

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

1.1 Studijní program: 3106 Textilní materiálové inženýrství

Obor: Řízení jakosti

1.2 Tepelný komfort nábytkářských usní

1.3 Thermal comfort of leather upholstery

Ljuba Kančiová
KTM (467)

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.
Konzultant: Ing. Barbora Zachová, Ph.D

Počet stran textu: 55

Počet obrázků: 9

Počet tabulek: 16

Počet příloh: 5

OBSAH

Obsah	8
Úvod.....	12
LITERÁRNÍ REŠERŠE:	13
TEORETICKÁ ČÁST	15
1 Kůže	15
1.1 Stavba kůže	15
1.2 Pokožka	15
1.3 Škára	16
1.4 Papilární vrstva	16
1.5 Retikulární vrstva.....	16
1.6 Podkožní vazivo.....	16
1.7 Chemické složení kůže	17
1.7.1 Bílkoviny	17
1.7.2 Tuky a popeloviny	18
1.7.3 Voda.....	18
2 Useň	19
2.1 Výroba usně	19
2.2 Rozdělení usní podle určení.....	20
3 Pórovitost	21
3.1 Kozenka s polyuretanovou nánosovou vrstvou	23
4 Čalouněný nábytek	24
4.1 Rozdělení nábytku dle funkce.....	24
4.2 Rozdělení nábytku dle způsobu použití	25
4.3 Rozdělení nábytku dle potahového materiálu.....	25
4.4 Rozdělení nábytku dle nosné konstrukce.....	25
4.5 Rozdělení nábytku dle konstrukce čalounění	26
5 Požadavky na čalounické usně	27
6 Hodnocení termofyziologických a tepelně kontaktních vlastností usní	31
6.1 Definice komfortu	31
6.2 Termofyziologické vlastnosti	31
6.3 Gravimetrická metoda.....	31
6.4 Metoda DREO	32
6.5 SKIN MODEL	32
6.6 PERMETEST.....	32
6.7 ALAMBETA	33
6.7.1 Popis přístroje ALAMBETA	33
6.7.2 Měřené parametry	34
6.7.3 Podmínky měření.....	35
7 Sensorický a termofyziologický komfort textilií, usní a jiných plošných výrobků..	36
7.1 Sensorický komfort.....	36
7.2 Termofyziologický komfort.....	37
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	38

8	Měření vzorků.....	38
8.1	Popis vzorků	38
8.2	Příprava vzorků a měření.....	39
8.3	Výsledky měření a diskuze.....	40
9	Závěr	58

Úvod

Volbu správného nábytku, respektive čalounění, je možno považovat za důležité rozhodnutí při nákupu nové sedací soupravy. Je důležité, aby rozhodnutí o nákupu nepadlo pouze na základě estetického dojmu, ale také na základě funkčních vlastností vybraného nábytku.

Tepelný komfort přestává být důležitý pouze pro oděvy. Je potřeba si uvědomit, že se můžeme cítit vhodně oblečení, ale bude-li sedadlo, na které se posadíme potaženo nevhodným materiálem, dostaví se nepříjemný pocit a s tím i pocit diskomfortu.

V první části je diplomová práce zaměřena na přiblížení měřených materiálů, rozdělení nábytku a tomu, jaké požadavky jsou kladeny na čalounické materiály. Dále jsou uvedeny způsoby, jak hodnotit vlastnosti tepelného komfortu, které přístroje jsou nejpoužívanější.

Experimentální část diplomové práce je zaměřena na popsání tepelně kontaktních vlastností - tepelnéjímovosti a termofyziologických vlastností – tepelného odporu usně a koženky. Tyto vlastnosti charakterizují příjemnost na dotyk a schopnost vést či nevést teplo. Tepelný omak a tepelný odpor jsou měřeny za běžných podmínek v závislosti na různé tloušťce.

Dále jsou tepelný omak a tepelný odpor usně i koženky měřeny v závislosti na různých stupních vlhkosti.

Cílem diplomové práce je porovnat tepelné vlastnosti obou materiálů, zjistit, který materiál vykazuje lepší tepelné vlastnosti za běžných podmínek i za podmínek změněného stupně vlhkosti.

Na závěr bude v práci uveden návrh na zlepšení tepelného komfortu čalouněného nábytku.

LITERÁRNÍ REŠERŠE:

Oblast výzkumu termofyziologických a tepelně kontaktních vlastností, respektive tepelného odporu vedení tepla a tepelné jímavosti, není rozsáhlá. Související tematika většinou popisuje jiné materiály než jsou textilní. Textilní fakulta Technické univerzity v Liberci se vydala směrem výzkumu těchto vlastností, konkrétně pak Katedra hodnocení textilií pod vedením prof. Hese a dále Katedra oděvnictví.

Podporou pro výzkum v této oblasti byl vývoj a sestavení přístrojů ALAMBETA a PERMETEST, jež umožňují získání dat v krátkém čase, jsou snadno reprodukovatelné, nabízí statistické vyhodnocení naměřených dat, jsou nedestruktivní a vyhovují specifickým potřebám při měření textilních materiálů.

Termofyziologické a tepelně kontaktní vlastnosti, senzorický a tepelný komfort, přístroje vhodné pro měření těchto veličin, to vše je popsáno ve skriptech Prof. Hese [10]. V knize je definován a klasifikován komfort textilií, popsáno hodnocení vlastností ovlivňujících termofyziologické a tepelně kontaktní vlastnosti. Samostatná kapitola je věnována tepelné jímavosti, která byla Hesem [9] zavedena a charakterizuje tepelný omak povrchu materiálu.

Tepelně izolační vlastnosti usňových materiálů svršku obuvi byly komentovány na mezinárodní konferenci CHISA v Srní [14]. Přednáška byla zaměřena na tepelný odpor různých druhů svrškových obuvnických materiálů, a to za běžných podmínek i za podmínek různých stupňů vlhkosti. Dále byla přednáška zaměřena na rozdílné teploty nohou mužů a žen v zimních měsících.

Studiu tepelně izolačních vlastností obuvnických materiálů je věnována práce Zachové [15]. V disertační práci je popsána závislost tepelné vodivosti materiálů na vlhkosti. Tepelná vodivost podle očekávání se vzrůstající vlhkostí roste. V práci je taktéž popsáno měření tepelného odporu různých materiálů. Nejlepší schopnosti tepelné izolace nabývá dle Zachové plyš a nejnižších hodnot textil. V práci Zachové není uvedeno, že vzorky jsou měřeny z rubní strany, což je rozdíl oproti měření čalounických usní, neboť ty jsou měřeny z lící strany.

Na představení tepelného komfortu je zaměřena další práce Prof. Hese [16]. Tepelný komfort je zde presentován jako přidaná hodnota výrobku. Dále je v práci zmíněna nedestruktivní metoda měření tepelných vlastností materiálu.

Závislostí tepelné vodivosti vlhkosti u pracovních oděvů se zabývá diplomová práce Frohlichové [17]. Ze závěru práce vyplývá, že se potvrdil předpoklad vzrůstu tepelné vodivosti se vzrůstající vlhkostí. Dále dochází k závěru, že vzrůst tepelné vodivosti je značně pomalejší v materiálech obsahujících hydrokopická vlákna, neboť voda je v nich držena silnými sekundárními vazbami a takto vázaná voda se podílí na vzrůstu tepelné vodivosti podstatně méně. Z tabulek naměřených hodnot je možné zjistit, že některé vzorky neměly minimální požadovanou tloušťku, potřebnou při měření na přístroji ALAMBETA a tato skutečnost není autorkou ani komentována.

TEORETICKÁ ČÁST

2 Kůže

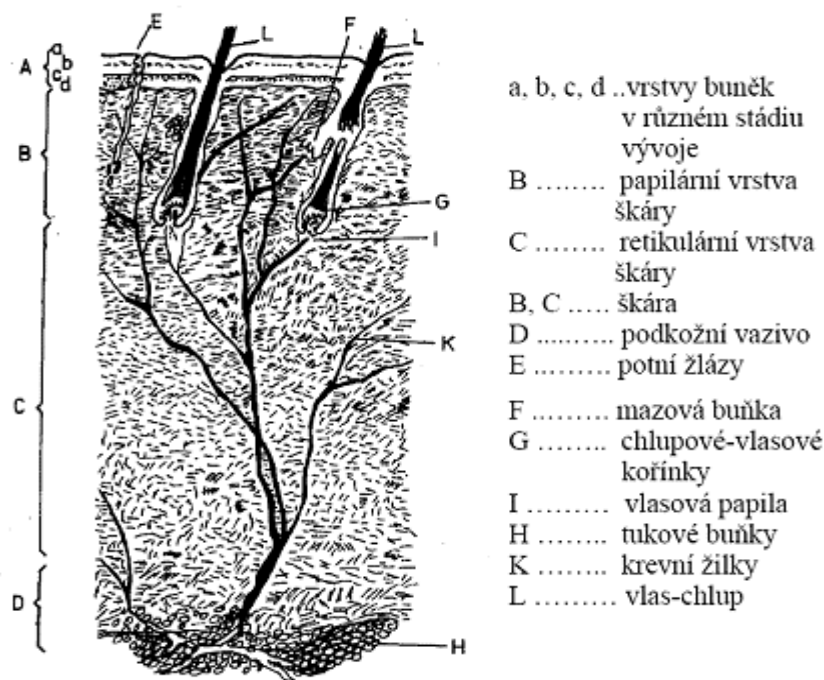
Definice dle ČSN 79 000: *Kůže* je vrchní pokryv těla obratlovce, pro stažené kůže menší velikosti se používá výrazu kožka.

Histologie kůže

Histologie je nauka pojednávající o mikroskopické a makroskopické stavbě živočišného těla a jeho jednotlivých částí. Části kůže lze rozdělit následovně: buňky, tkáň, pokožka, chlupy (srst), škára a podkožní vazivo. Z chemického hlediska je kůže složena z těchto hlavních složek: voda, bílkoviny, tuky, popeloviny (minerální látky) [1].

2.4 Stavba kůže

Z hlediska struktury je kůže u různých živočichů velmi podobná. V příčném řezu se kůže skládá ze tří částí: pokožky, škáry a podkožního vaziva (obr. 1).



Obr. 1 Průřez surovou kůží

2.5 Pokožka

Pokožka je vrchní vrstva kůže. Skládá se z buněk, které se směrem k povrchu kůže zplošťují. Tloušťka pokožky je poměrně stejnoměrná. Tvoří 1 až 2 % celkové tloušťky kůže. Výjimku tvoří např. vepřovice, kde pokožka dosahuje do 5 % celkové

tloušťky kůže. Všeobecně platí, že jemnější pokožku mají kůže e zvířat s jemnější a hustší srstí. Pokožka je chemicky tvořena bílkovinou keratin.

2.6 Škára

Škára je nejtlustší, vazivová část kůže, která se rozděluje na dvě plynule do sebe přecházející vrstvy. Tvoří 70 až 98 % celkové tloušťky kůže. Horní vrstva se označuje jako papilární (pars papillaris) a spodní jako retikulární (pars reticularis).

2.7 Papilární vrstva

Papilární vrstva obsahuje biologicky mladší a jemnější vazivovou tkáň, která na povrchu vybíhá v papily. Papily jsou kuželovité útvary složené z jemného vaziva s vysokým obsahem buněk. Papily slouží k upevnění pokožky a ke zvýšení výživovací plochy. Jemné vazivo papilární vrstvy je tvořeno hlavně vlákny bílkoviny kolagenu. Kolagenová vlákénka se spojují do svazečků obalených jemnými elastinovými vlákny a pronikají do spodní vrstvy retikulární. Jejich tloušťka se přitom zvětšuje a vlákna se od sebe více oddělují.

2.8 Retikulární vrstva

Retikulární vrstva se skládá z hrubších kolagenových vláken. Převládajícím útvarem v retikulární vrstvě jsou snopce kolagenových vláken, které vytvářejí vzájemně propletenou hustou vazivovou desku. Snopce vláken se v ní rozdělují, kříží a opět spojují. Toto vláknité pletivo prakticky představuje nekonečné vlákno. Snopce probíhají většinou rovnoběžně s povrchem, část je však šikmá nebo kolmá. Retikulární část škáry má hlavní podíl na mechanické odolnosti kůže. Je značně elastická a vratně protažitelná, neboť obsahuje elastinové vazivo. Elastinová vlákénka jsou v kůži pod napětím, jelikož elastinové vazivo je za vlhka kaučukovitě pružné a vrací kolagenové snopce po deformaci zpět do původní polohy.

2.9 Podkožní vazivo

Podkožní vazivo se skládá z tukové vrstvy (panniculus adiposus), vazivové blány (fascia superficialis) a vlastního podkožního vaziva (tela subcutanea). Tato vrstva je mechanicky odstraňována v koželužnách při operaci mizdrnění [2].

2.10 Chemické složení kůže

Stažená zvířecí kůže se skládá ze čtyř položek: bílkovin, vody, tuku a minerálních látek. Základním stavebním prvkem jsou bílkoviny.

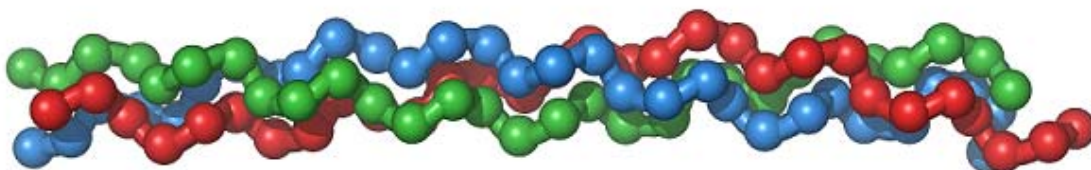
2.7.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou složité dusíkaté organické sloučeniny. Jejich vlastnosti jsou podmíněné chemickým složením, sekvencí aminokyselin, velikostí makromolekul, prostorovou strukturou. V kůži jsou přítomny bílkoviny vláknité (fibrilární) i nevláknité (globulární).

Fibrilární bílkoviny představují kategorii látek, kterou charakterizuje typické prostorové uspořádání. V kůži tvoří asi 90% přítomných bílkovin. Jsou to především kolagen a v malé míře elastin. Fibrilární bílkoviny tvoří hlavní hmotu vaziva a mají rozhodující vliv na mechanickou pevnost a fyzikální vlastnosti.

Bílkoviny se skládají se základních strukturních jednotek monomerů-aminokyselin. Jejich vzájemné sloučení a sekvence v polypeptidickém řetězci umožňují velkou variabilitu, rozmanitost a druhovou specifičnost.

Kolagen charakterizuje primární struktura – tedy složení jednotlivých aminokyselin a jejich sled za sebou. Primární strukturu tvoří především aminokyseliny: glycin, prolin a hydroxyprolin. Tyto tři aminokyseliny ovlivňují strukturní uspořádání kolagenu. Sekundární struktura – prostorové spirálovité uspořádání řetězce aminokyselin, terciární struktura – spojení 3 paralelních spirálovitých řetězců pomocí vodíkových vazeb v tropokolagen (obr. 2) a kvarterní struktura tj. agregace tropokolagenu pomocí elektrostatických vazeb do fibril, což jsou nejnižší morfologické jednotky [2].



Obr. 2 Tropokolagenové vlákno

Kůže v sušině obsahuje asi 2-5% *elastinu*. Elastin zbotnalý ve vodě se chová jako typický elastomer, ovšem strukturou se od běžných elastomerů např. kaučuku liší. Zatímco kaučuková molekula neobsahuje vodu a její hydrofobní řetězce vzájemně

vedle sebe přesmykují při protahování a smršťování, elastin vyžaduje přítomnost vody. Ta funguje jako lubrikant a snižuje tření při pohybu molekulových částic.

Globulární bílkoviny, které vyplňují prostor mezi vláknitým bílkovinami se z větší části při procesu přeměny kůže v useň odstraňují [2].

2.7.2 Tuky a popeloviny

Tuky jsou přítomny hlavně v tukových buňkách v podkožním vazivu.

Popeloviny – anorganické sloučeniny jsou v kůži zastoupeny stopově [1].

2.7.3 Voda

V tkáni kůže je voda zastoupena až 70%. Při činění se nahrazuje činícími látkami.

3 Useň

Definice dle ČSN 79 0001, Změna 1: *Useň* je vyčiněná kůže, jejíž vláknitá struktura zůstala v podstatě zachovaná, chlupy mohou nebo nemusí být odstraněny, kůže může být rozštípnutá na vrstvy nebo rozdělena na části před nebo po činění, tloušťka povrchové úpravy nesmí být větší než 0,15 mm.



Obr. 3 Rubní strana usně z hovězí

3.1 Výroba usně

Výrobu usně z kůže lze rozdělit: výroba holiny, činění, předúprava a konečná úprava.

Výroba holiny v sobě zahrnuje řadu operací. Výstupem z tohoto procesu je kůže zbavená srsti, podkožního vaziva a epidermální vrstvy.

Činění je fyzikálně-chemický proces, při kterém se holina přeměňuje v useň za přispění činících látek organického, nebo anorganického původu. Účelem činění je zabránění slepení kolagenových vláken. Činěním se jednotlivá vlákna udržují ve vzájemném volném a pohyblivém stavu.

Po vyčinění nemají usně dostatečnou měkkost ani stejnoměrné vlastnosti lícové vrstvy po celé ploše. Tyto nedostatky jsou napravovány v souboru procesů *předúpravy*.

Konečná úprava je soubor pracovních operací. Vyčiněná useň se mechanicky zhušťuje, lze ji lícovat (vtlačení umělé kresby do líce; obr. 4) atd. Na základě

požadovaného efektu lící strany se na useň nanáší apretura. Apretura obsahuje několik složek, z nichž každá má určitý úkol. Většina apretur se připravuje z pigmentů, pojiv, změkčovadel atd. Apretury lze rozdělit: krycí, anilinové, poloanilinové, pigmentové, úpravy veluru a bubáku [1].

3.2 Rozdělení usní podle určení

- čalounické
- oděvnické
- obuvnické
- galanterní
- technické
- rukavičkářské
- sedlářské a brašnářské
- useň na sportovní předměty
- vazební useň



Obr. 4 Lící strana usně z hověziny; pigmentová apretura + lícování

4 Pórovitost

Jako póry lze označit prostory, které jsou zaplněny kapalnou a plynnou fází a jejichž rozměr je podstatně menší než rozměry tuhého tělesa, v němž jsou ve formě jiné fáze. Materiály lze rozdělit do dvou skupin, kdy se do první skupiny řadí takové látky, u nichž se póry objevují jako součást vývoje (useň) a pórový systém je primární. Druhou skupinu tvoří materiály, které vznikají volným nahlučením ojedinělých částic a póry se objevují mezi těmito částicemi. Takový pórový systém je sekundární, a látky ho tvořící partikulární [18]

Pórovitý materiál buď nereaguje s vodou a pak je označen jako inertní. Pokud s vodou reaguje je označen jako neinertní. Reakce může být fyzikální (bobtnání, smršťování), fyzikálně chemická a chemická.

Z hlediska transportních procesů jsou pórovité látky rozlišeny podle velikosti pórů: submikroskopické (jejich velikost neumožňuje konvekci tekutin), kapilární póry (dvě nemísitelné tekutiny jsou v nich odděleny rozhraním, jehož tvar je určen tvarem póru a silami působícími na rozhraní) a makropóry.

Definice:

$$\Pi = V_P / V_T \quad (1)$$

V_P – objem pórů [m^3]

V_T – objem pórovité látky [m^3]

Hodnotu pórovitosti lze stanovit několika způsoby, např.: optickou metodou, hustoměrnou metodou, objemovou metodou, nepřímou metodou.

Optická metoda vizualizuje mikroskopem póry, přičemž se zjišťuje jejich obvod.

Hustoměrná metoda je vhodná především pro látky, pro něž se snadno stanoví hustota pórovité látky (syhké materiály)

Objemová metoda vyžaduje stanovení objemu vody, jež zaplňuje při plném nasycení látky pórový prostor. Není použitelná pro materiály, v nichž dochází ke změně objemu.

Nepřímá metoda: měří se určitá fyzikální vlastnost pórovité látky, závislá na pórovitosti.. Pórovitost se pak vyhodnocuje z této závislosti.

Pro třídění pórovitých materiálů podle pórovitosti se určuje měrný dovrch, který představuje povrch pórů vztahovaný ke hmotnosti nebo objemu pórovité látky.

5 Koženka

Koženka je materiál, u kterého je nosná vrstva tvořena textilem – tkaninou nebo pleteninou (obr. 5), a je opatřena nánosovou hydrofobní nepropustnou nebo mikroporézní vrstvou z polymerních látek. Nánosová vrstva je pokryta krycí vrstvou, která ji chrání před světlem, chemikáliemi, teplem atd.

Nosná vrstva může být tvořena jedním druhem textilního vlákna (přírodního nebo syntetického) anebo kombinací dvou či více druhů vláken při výrobě příze nebo při tkaní, kde osnova a útek jsou tvořeny rozdílnými vlákny.

Nánosová vrstva je zpravidla na bázi PVC, PU nebo kombinací PVC + PU. Vrstva může být nanášena ve formě roztoku, disperze nebo pasty natíráním –přímým i nepřímým, impregnací nebo laminováním nosné vrstvy hotovou fólií

Nános může být proveden na jedné nebo po obou stranách nosné vrstvy.



Obr. 5 Rubní strana koženky

Krycí vrstva může být nepropustná nebo mikroporézní. Mikroporézní vrstvu je možno získat např.: chemickou reakcí, přerušováním nanášení taveniny na podklad, spékáním, perforací fólie mechanickým způsobem atd [4].

Povrchové úpravy koženky zahrnují:

- dezénování
- nanášení barevného odstínu
- tvorbu konečného nátěru

Dezénování je proces, při kterém je na lící stranu koženky působeno nejprve teplem a následně přitlakem, a to za účelem získání vzorku na lící straně.

Barvit koženku je možno v samotné polymerní směsi nebo pouze na jejím povrchu. Výhodou obarvení v polymerní směsi je, že i při poškrábání vrchní vrstvy je odstín spodní vrstvy stále stejný.

Konečný nátěr chrání spodní vrstvy (nánosové) před UV zářením, chemikáliím atd. Navíc se jejich nanesením získává měkký omak [4].

5.1 Koženka s polyuretanovou nánosovou vrstvou

Polyuretanové nánosy se nanášejí přímým nebo nepřímým natíráním, stříkáním nebo poléváním; v závislosti na kvalitě použitého polymeru.

Přednosti:

- dobrý omak a vzhled
- tvorba jemných záhybů a vrásek imitujících vzhled usně
- částečná propustnost pro vodní páru

Nedostatky:

- odlupování krycích vrstev
- degradace polyuretanového nánosu vlivem UV záření
- náchylnost krycích polymerních vrstev k praskání a natrhnutí

6 Čalouněný nábytek

Nábytek je souhrnné označení pro movité objekty, jejichž účel je poskytovat podporu lidskému tělu, navíc mohou nabízet možnost úložného prostoru. Je součástí funkčního vybavení obytných, technických, zdravotnických a hospodářských prostor, posiloven atd.

Nábytek lze rozdělit na základě funkce, způsobu použití, potahového materiálu, materiálu nosného prvku konstrukce, konstrukce čalounění atd.

6.1 Rozdělení nábytku dle funkce

Podle funkce se nábytek rozděluje na sedací a lehací.

Sedací nábytek je určen výhradně pro sezení. Patří sem židle, křesla, lavice, sedačky apod.



Obr. 6 Kůžené křeslo s nosnou kostrou z oceli bez opěradel

Lehací nábytek je určen pro odpočinek a spaní. Patří sem postel, pohovky, rozkládací křesla apod [5].



Obr. 7 Kůžený rozkládací gauč s úložným prostorem

6.2 Rozdělení nábytku dle způsobu použití

Způsob použití je významný z hlediska požadovaných užitných vlastností výrobku. Dělí se na nábytek pro bytový interiér, dopravní prostředky a pro společenské místnosti.

6.3 Rozdělení nábytku dle potahového materiálu

Životnost čalouněného nábytku je z velké části určena použitým potahovým materiálem. Z čalounického hlediska se materiály dělí na textilní a netextilní.

Textilními materiály jsou textilie tkané, pletené, pletenotkané a netkané.

Netextilními materiály jsou přírodní a syntetická useň, přírodní a syntetická kožešina [6].

6.4 Rozdělení nábytku dle nosné konstrukce

Základní nosná konstrukce může být: dřevěná, kovová, z plastů, anebo kombinovaná z několika druhů materiálu

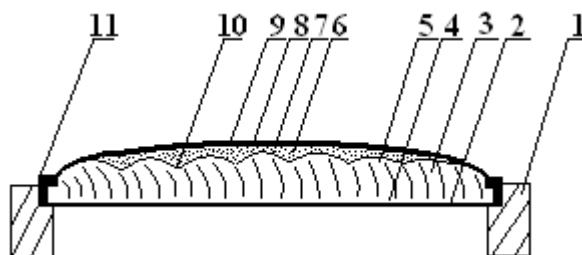
Dřevěnou nosnou kostru má většina staršího čalouněného nábytku, ale i soudobého nábytku určeného pro byty.

Nosná kostra pouze z *oceli* se vyskytuje velmi zřídka. Používá se spíše v kombinaci s jiným materiálem, např. dřevěnou sedací deskou a opěradlem. Ocelové bývá většinou pouze podnoží.

Plastová nosná kostra se používá pro různé typy lehkých laminátových sedadel v autobusech, v čekárnách, nebo pro zahradní nábytek. Pro bytový interiér je určen nábytek masivnějšího vzhledu [5].

6.5 Rozdělení nábytku dle konstrukce čalounění

Konstrukce čalounění může být bezpružinové (obr. 8), jednopružinové a vícepružinové. Každá konstrukce splňuje určitý stupeň komfortu (technický, fyziologicko - hygienický, estetický, psychologický) [7].



Obr. 8 Čalounění na popruhovém základě: 1 – dřevo, 2 – popruhy, 3 – africká tráva, 4 – plátno husté, 5 – plátno řídké, 6 – žíně, 7 – plátno, 8 – vata, 9 – potahový materiál, 10 – šití, 11 - prýmek

7 Požadavky na čalounické usně

Vzhledem k charakteru funkce, pro kterou jsou čalounické usně určeny, jsou sledované vlastnosti následující [8].

Tab. 1 Požadavky na čalounické usně

Sensorický a termofyziologický komfort – přidaná hodnota usně očekávaná zákazníkem
<ul style="list-style-type: none">▪ Tepelný komfort bez přehřívání a ochlazování▪ Tepelná jímavost
Vlastnosti povrchové úpravy – vlastnosti očekávané zákazníkem u každé potahové látky
<ul style="list-style-type: none">▪ Stálost úpravy při stírání za sucha a mokra▪ Odolnost líce vůči ohybu a index praskání▪ Stálost úpravy na umělém světle▪ Adheze úpravy▪ Propustnost lícové vrstvy pro kapalnou vodu▪ Odolnost úpravy vůči rozpouštědlům▪ Vybarvení líce▪ Lepivost lícní vrstvy
Hygienické vlastnosti – vlastnosti očekávané zákazníkem u každé potahové látky
<ul style="list-style-type: none">▪ Snadnost čištění▪ Odolnost proti mikroorganismům
Mechanické vlastnosti – vlastnosti očekávané zákazníkem a pro výrobce potřebné
<ul style="list-style-type: none">▪ Pevnost v tahu▪ Pevnost ve vytržení stehu▪ Plošné protažení▪ Torzní tuhost

Důraz kladený na uvedené vlastnosti se může lišit v závislosti na účelu použití výrobku, pro který je čalounická useň určena.

Tab. 2 Sensorický a termofyziologický komfort čalounické usně

Sensorický a termofyziologický komfort
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plošný odpor vedení tepla ▪ Tepelná jímavost

Plošný odpor vedení tepla:

$$r = h / \lambda \quad [\text{K} \cdot \text{m}^2 / \text{W}] \quad (2)$$

čím nižší je tepelná vodivost λ (schopnost materiálu vést teplo), tím je vyšší tepelný odpor. V porovnání s

Tepelná jímavost:

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{1/2} \quad [\text{W} \cdot \text{s}^{1/2} / \text{m}^2 \cdot \text{K}] \quad (3)$$

parametr zavedený Hesem [9], který charakterizuje tepelný tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Tepelná jímavost lící strany usně [10].

Tab. 3 Mechanické vlastnosti čalounických usní

Mechanické vlastnosti
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pevnost v tahu ▪ Pevnost ve vytržení stehu ▪ Plošné protažení

Pevnost v tahu (σ_p) představuje sílu, potřebnou k přetržení materiálu při jeho jednoosé tahové deformaci. Při tahové deformaci se mění uspořádání usňových vláken (orientují se), protahují se, narušují se spoje mezi nimi až nakonec dochází k jejich přetržení. Neméně důležitá je i tažnost materiálu do přetrhu (ε_p), tedy poměrné prodloužení počáteční délky vzorku při jeho přetržení. Tyto dva údaje jsou výchozí při zpracování čalounických usní, neboť mají charakter limitujících napětí pro daný materiál [9].

$$\sigma_p = F / S \quad [\text{N} / \text{m}^2] \quad (4)$$

$$\varepsilon_p = (l - l_0) / l_0 \quad (5)$$

Pevnost ve vytržení stehu souvisí se strukturní pevností materiálu a charakterizuje vhodnost jeho použití pro zpracování šitím. Představuje tahovou sílu (F) potřebnou k vytržení stehu z materiálu [8].

U *plošného protažení* se jedná o víceosé namáhání, tedy o namáhání minimálně ve dvou směrech. K víceosému namáhání dochází při potahování nábytku. Vyjadřuje se jako poměrné vydutí, což je poměr deformací vzniklého přírůstku povrchu materiálu k povrchu materiálu v nedeformovaném stavu a jako tažnost při vydutí v %, což je poměrné vydutí v okamžiku protržení materiálu.

Tab. 4 Vlastnosti povrchové úpravy čalounické usně

Vlastnosti povrchové úpravy
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stálost úpravy při stírání za sucha a mokra ▪ Odolnost líce vůči ohybu a index praskání ▪ Stálost úpravy na umělém světle ▪ Adheze úpravy ▪ Propustnost lícové vrstvy pro kapalnou vodu ▪ Odolnost úpravy vůči rozpouštědlům ▪ Vybarvení líce ▪ Lepivost lícní vrstvy

Stálost úpravy při stírání za sucha a mokra. Tato vlastnost charakterizuje odolnost úpravy usně vzdorovat účinkům tření mokré nebo suché látky při působení tlaku

Odolnost líce vůči ohybu. Má-li lícová strana nízkou pevnost, dochází k její lámavosti a vzniku trhlin. Odolnost lícové strany je možné zlepšit pomocí mazacích přípravků.

Stálost úpravy na umělém světle charakterizuje schopnost vybarvení úpravy usně odolávat účinkům záření xenonové výbojky, popřípadě jiného umělého světla. Proces vzniku nevratných změn povrchové úpravy je neodvratný, lze jej pouze oddálit [8].

Adheze úpravy usní, tedy souhrn sil, kterými je úprava poutána k usni, je důležitým kritériem jakosti, neboť nedostatečná pevnost spojení může zásadně ovlivnit chování úpravy na usni.

Propustnost lícové vrstvy pro kapalnou vodu je jev nežádoucí. Povrchová úprava lící vrstvy je proto opatřena hydrofobní vrstvou. Tato vrstva by měla zabránit pronikání kapalné vody do struktury usně v důsledku působení kapilárních sil.

Čištění hotového výrobku je možné pokud je známo, vůči kterým *organickým rozpouštědlům* je úprava odolná.

Vybarvení líce musí být rovnoměrné v celé ploše. Jednotlivé nánosy úpravy musí být provedeny tak, aby nebyly patrné stopy například po kartáčích použitých při natírání. Úprava musí být hladká.

Lící strana nesmí být lepivá [8].

8 Hodnocení termofyziologických a tepelně kontaktních vlastností usní

8.1 Definice komfortu

Podle Hese [10]: „Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat.“

8.2 Termofyziologické vlastnosti

Termofyziologické vlastnosti je možné popsat pomocí dvou základních parametrů, a to tepelného (r) a výparného odporu (r_{et}). Tepelný odpor materiálu se skládá z tepelného odporu vlastního materiálu a tepelného odporu mezní vrstvy. Podobně tak výparný odpor je složen z výparného odporu vlastního materiálu a výparného odporu vnějšího přilehlého vzduchu. Výparný odpor je velice důležitý parametr v procesu ochlazování lidského těla odpařováním potu z povrchu pokožky. Míra ochlazování je závislá především na rozdílu parciálních tlaků vodních par na povrchu pokožky a ve vnějším prostředí, a dále na propustnosti materiálu pro vodní páry. Tuto paropropustnost je pak možno nahradit parametrem výparného odporu, který charakterizuje tepelné účinky vnímané pokožkou, vznikající v důsledku odparu potu [8].

Hodnocení paropropustnosti pomocí výparného odporu R_{et} dle normy ISO 11 092, je dnes nejpoužívanější metodou.

8.3 Gravimetrická metoda

Dle ČSN 80 0855: Princip této metody spočívá v tom, že vodní páry procházející za dyných podmínek plošnou textilií jsou absorbovány vysoušedlem; stanovuje se jeho přírůstek hmotnosti. Pro zvýšení přesnosti a reprodukovatelnosti se zkoušení provádí jako poměrné. Paralelně se zjistí absorpce vodních par v misce se vzorky textilie a ve srovnávací misce bez textilie.

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^5 \Delta m_v}{\sum_{i=1}^5 \Delta m_s} \cdot 100 \% \quad (6)$$

P_x – relativní propustnost [%]

m_s – přírůstek hmotnosti vysoušedla bez textilie [g]

m_v – přírůstek hmotnosti vysoušedla s textilií [g]

8.4 Metoda DREO

Vzorek je upevněn na podložku mezi dvě polopropustné vrstvy. Pod spodní vrstvou je voda a přes vrchní vrstvu proudí suchý vzduch. Spodní vrstva odděluje vzorek od vodní hladiny a vrchní vrstva před průnikem vzduchu. Ztráta vody zde není určována vážením, ale je odečítána na stupnici skleněné kapiláry. Měření trvá 15 min. Taktéž tato metoda není přesná upouští se od ní [9].

8.5 SKIN MODEL

Základem přístroje je vyhřívaná a zavlhčovaná deska, označovaná jako „skin model“, jež simuluje procesy přenosu tepla a hmoty, ke kterým dochází mezi lidskou pokožkou a jejím okolím. Měřit lze jeden nebo oba přenosy zároveň, lze měřit při měnících se vnějších podmínkách (při různých teplotách, relativních vlhkostech a rychlostech proudění vzduchu). Pomocí SKIN MODELU lze nasimulovat různé podmínky, za kterých dochází k přenosu hmoty [8].

8.6 PERMETEST

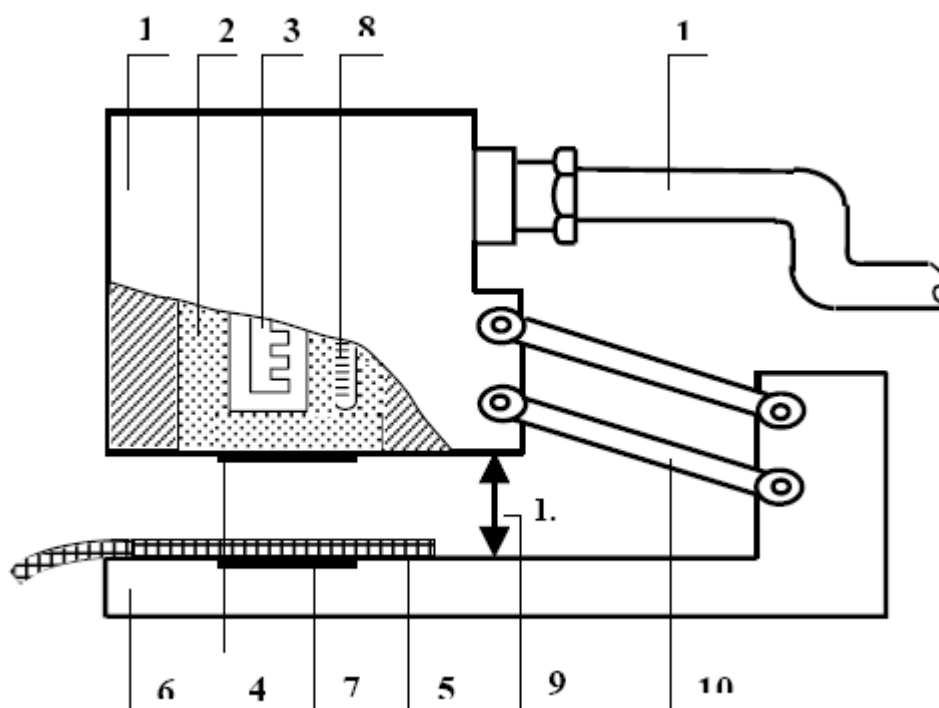
PERMETEST představuje tzv. SKIN MODEL malých rozměrů. Je založený na přímém měření tepelného toku q , procházejícího povrchem tepelného modelu lidské pokožky [13]. Povrch modelu je porézní a je zavlhčován, čímž se simuluje pocení lidské pokožky. Na povrchu modelu je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována. Přístroj stanoví relativní propustnost pro vodní páry, stanoví tepelný odpor, výparný odpor.

8.7 ALAMBETA

Tento přístroj vyvinutý Hesem a Doležalem měří termofyzikální parametry textilií a to jak stacionární tepelně – izolační vlastnosti (tepelný odpor, tepelná vodivost), tak i vlastnosti dynamické (tepelná jímavost, tepelný tok) [10].

8.7.1 Popis přístroje ALAMBETA

Na základnu přístroje 6 (spodní část), která je vyhřívána na teplotu okolí, se položí měřený vzorek 5. Hlavice 1, která je vyhřívána na teplotu o cca 10°C vyšší (obvykle 33°C, tj. teplota kůže lidského těla), než je teplota okolí, se spustí a snímače tepelného toku 4 a 7 měří tepelné toky mezi jednotlivými povrchy. Současně je změřena i tloušťka materiálu h , jako vzdálenost měřících hlav 8.



Obr č. 9 Přístroj ALAMBETA [10]

Součástí základny přístroje je termostat a teploměr, součástí hlavice je teploměr 8, topné těleso 3, termostat 2 a tepelná izolace.

8.7.2 Měřené parametry

Tloušťka materiálu h [mm],

Měrná tepelná vodivost λ [W/m.K]: Součinitel měrné tepelné vodivosti λ představuje množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času a vytvoří rozdíl teplot 1K.

Plošný odpor vedení tepla r [K.m²/W]: Je dán poměrem tloušťky vzorku a jeho tepelnou vodivostí. Udává, jaký odpor klade materiál proti průchodu tepla.

Tepelná jímavost b [W.s^{1/2}/m².K]: Parametr, který charakterizuje tepelný omak a představuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v důsledku akumulace tepla v jednotkovém objemu. Jako chladnější pociťujeme ten materiál, který má větší b . Význam parametru b :

Za předpokladu, že doba tepelného kontaktu τ mezi lidskou pokožkou a textilií je krátká, byl měřený plošný textilní materiál idealizován na homogenní polomasiv o určité tepelné kapacitě ρc [J/m³] a počáteční teplotě t_2 . Nestacionární teplotní pole mezi lidskou pokožkou (charakterizované konstantní teplotou t_1) a textilií je pak popsáno následující parciální diferenciální rovnicí:

$$(\partial t / \partial \tau) = a \cdot (\partial^2 t / \partial x^2) \quad (7)$$

Jejím vyřešením pro příslušné okrajové podmínky a derivací podle souřadnice vznikne následující vztah pro výpočet tepelného toku q procházejícího mezi pokožkou a textilním materiálem:

$$q_{\text{dyn}} = b \cdot (t_1 - t_2) / (\pi \cdot \tau)^{1/2} \quad (8)$$

Tepelný tok q [W/m²]: Množství tepla šířící se z ruky (hlavice přístroje) o teplotě t_2 do textilie o počáteční teplotě t_1 za jednotku času.

Měrná teplotní vodivost a [m²/s] = $\lambda / c \cdot \rho$ vyjadřuje schopnost látky vyrovnávat teplotní změny. Čím je hodnota a vyšší, tím látka rychleji vyrovnává teplotu.

8.7.3 Podmínky měření

Provozní podmínky:

- teplota 18 - 23°C
- relativní vlhkost 10 – 80%

Přítlak hlavice:

- 100 – 1000 PA; běžný přítlak 200 Pa

Tloušťka vzorku:

- 0,5 – 8 mm

Rozměr vzorku:

- min 10x10 cm

9 Senzorický a termofyziologický komfort textilií, usní a jiných plošných výrobků

Senzorický a termofyziologický komfort textilií, usní a jiných plošných výrobků ovlivňujících komfort bydlení lze popsat jako absenci nepříjemných pocitů při kontaktu pokožky s textilními bytovými materiály (koberec, potahové materiály, záclony atd.).

9.1 Sensorický komfort

Sensorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a textilie. Pocity vznikající při tomto kontaktu mohou být příjemné (měkkost, splývavost) nebo nepříjemné (škrábání, píchání, lepkavost, vlhkost) [10].

Sensorický komfort lze rozdělit na komfort nošení a na omak. Pro bytové textilní materiály, ovlivňující komfort bydlení, je důležitý omak.

Omak je značně subjektivní a špatně reprodukovatelná veličina, založená na vjemech prstů, dlaně, chodidel. Při jistém zjednodušení lze omak charakterizovat následujícími veličinami [10]:

- hladkost (součinitel povrchového tření)
- objemnost (lze nahradit stlačitelností)
- tepelně-kontaktní vjem

Hladký omak může být posuzován jako příjemný u potahových materiálů, závěsů, ložního prádla atd.

Objemnost, kterou lze nahradit stlačitelností, je vnímána jako příjemná například ve vysokých smyčkových kobercích.

Tepelně-kontaktní vjem (tepelný omak) je pocit, který vnímáme pokožkou, když se krátce dotkneme nějakého předmětu. Tento parametr vyjadřuje přechodný tepelný pocit, který získáme při dotyku. Jako komfortní se může jevit chladivý omak sedací soupravy v létě, teplý omak koberce v zimě atd. Pociť tepelně-kontaktního komfortu je vždy individuální a po krátkém časovém úseku je vjem nahrazen vnímáním jiných tepelných vlastností materiálu, např. tepelného odporu, měrné teplotní vodivosti atd.

9.2 Termofyziologický komfort

Termofyziologický komfort lze charakterizovat pomocí dvou základních parametrů: tepelného a výparného odporu. Praktické využití tepelného odporu je zřejmé. Tak jako v oděvním komfortu i v bytovém komfortu jde o ochranu před chladem. Koberce tak například plní mimo jiné funkci tepelné izolace, sedací soupravy taktéž.

Z hlediska komfortu při sezení na čalouněné sedačce je důležitým parametrem výparný odpor, charakterizující tepelné účinky vnímané pokožkou vznikající v důsledku odparu potu. Neabsorbuje-li potahový materiál plyny a vodní páru, pocítíme po určité době diskomfort. Potahový materiál se bude zahřívat.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

10 Měření vzorků

10.1 Popis vzorků

Pro měření byly použity dva typy materiálů, které se používají v čalounictví, přičemž se všechny liší v tloušťce. U obou materiálů je známé složení a další parametry. Parametry, které nebylo možné zjistit z katalogových listů byly doměřeny v laboratoři Katedry hodnocení textilií.

Pro srovnání bylo zvoleno proměřit 10 různých tloušťek hovězinové čalounické usně. Vzorky usně byly odebrány v souladu s normou ČSN 79 3801: Zkoušení usní. Odběr vzorků usní. Hovězinová useň byla zvolena proto, že je nejpoužívanějším druhem čalounické usně. Velikost vzorku byla zvolena 10x10 cm. Přítlak měřící hlavice 200 Pa.

Vzhledem k tomu, že větší důraz na získání poznatků byl kladen na useň, bylo zvoleno 5 různých tloušťek koženky. Nosná pletenina koženky je z polyesteru, nánosová vrstva z polyamidové pěny. Koženka o složení polyester/polyamid je běžně používaná. Poměry složek ve vzorcích jsou uvedeny v příloze č. 5. Velikost vzorku je 10x10 cm. Přítlak měřící hlavice 200Pa.

Vzorek číslo	Tloušťka mm[]
1	0,54
2	0,77
3	0,86
4	0,89
5	1,01
6	1,12
7	1,19
8	1,47
9	1,55
10	1,63
11	0,67
12	0,79
13	1,05
14	1,13
15	1,18

Tab č. 5 Pořadí vzorků a jejich tloušťky

10.2 Příprava vzorků a měření

Každý vzorek byl měřen z lícní strany. Nejprve byly vzorky aklimatizovány v laboratoři, a to po dobu 24 hodin. Následně byly změřeny na přístroji ALAMBETA. Každý vzorek byl měřen 5x na jiném místě. Hodnoty měření jsou uvedeny v příloze č. 1. Teplota a vlhkost vzduchu v příloze č. 2. Měření aklimatizovaných vzorků je považováno za druhou úroveň vlhkosti.

Pro získání suché hmotnosti vzorku, tedy vzorku s 0% vlhkostí (první úroveň vlhkosti) bylo postupováno následovně. V laboratoři na Katedře textilních materiálů byly vzorky vloženy do klimatizačního boxu a sušeny při 105°C, dokud nepřestaly vykazovat odchylky v hmotnosti. Hmotnost suchého vzorku je označovaná jako suchá hmotnost.

Vzorky byly ihned přeneseny ve vzduchotěsné nádobě a měřeny na přístroji ALAMBETA. Měření na přístroji ALAMBETA je rychlé, tudíž nedošlo k výraznému přírůstku vlhkosti ve vzorcích. Tato skutečnost byla neustále ověřována vážením na vahách s přesností 10^{-4} g. Po změření byly vzorky ponořeny do plochých misek, ve kterých byla voda, odstátá na teplotu okolí. Pro dosažení rovnoměrného rozložení vody ve vzorcích, byly v této vodě ponechány 24 hodin. Hmotnostní přívažek vody – U [%] byl určen pomocí digitálních vah (přesnost 10^{-4} g) a rovnice:

$$U = ((m - m_s) / m_s) * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Vzorky byly měřeny od okamžiku, kdy z nich neodkapávala voda. Postupně byly vysoušeny papírovým ubrouskem a opětovně váženy. Po zvážení byly proměřovány na přístroji ALAMBETA. Hmotnostní přívažek vody v % představuje konkrétní stupeň zavlhčení.

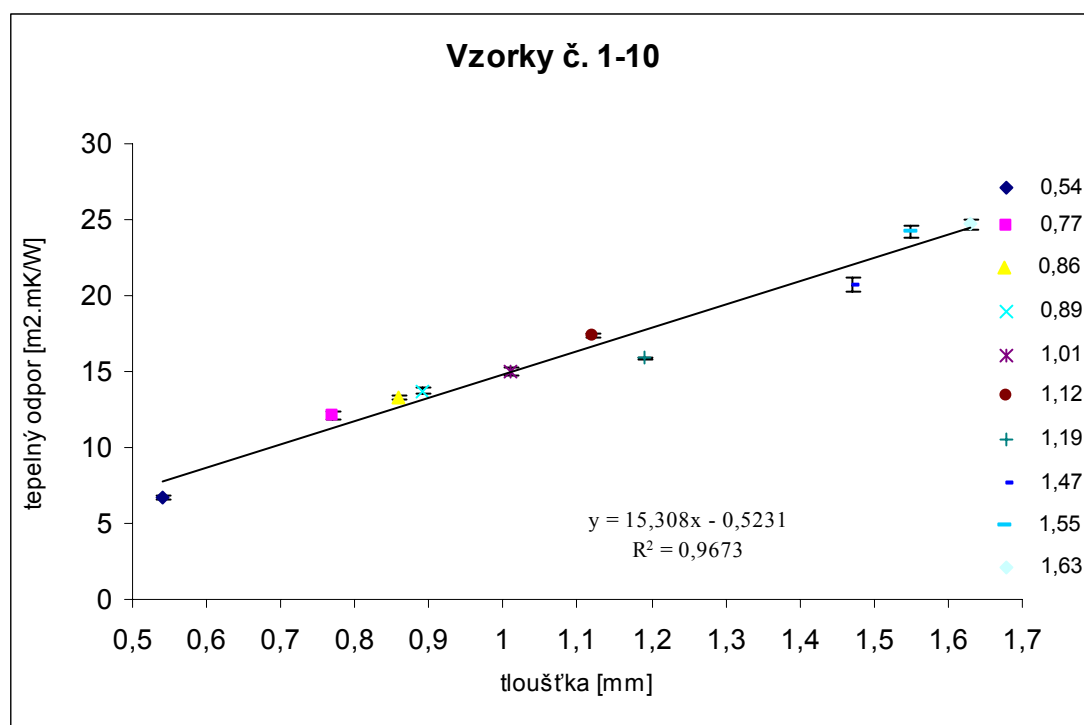
Naměřenými daty byla proložena regresní křivka metodou nejmenších čtverců a pro každý vzorek je uvedena hodnota determinace R^2 .

10.3 Výsledky měření a diskuze

V této části jsou uvedeny naměřené hodnoty a graficky znázorněné průběhy závislostí.

Číslo vzorku	Tloušťka [mm]	Tepelný odpor [m ² .K/mW]
1	0,54	6,70
2	0,77	12,08
3	0,86	13,24
4	0,89	13,74
5	1,01	15,00
6	1,12	17,40
7	1,19	15,86
8	1,47	20,70
9	1,55	24,20
10	1,63	24,70

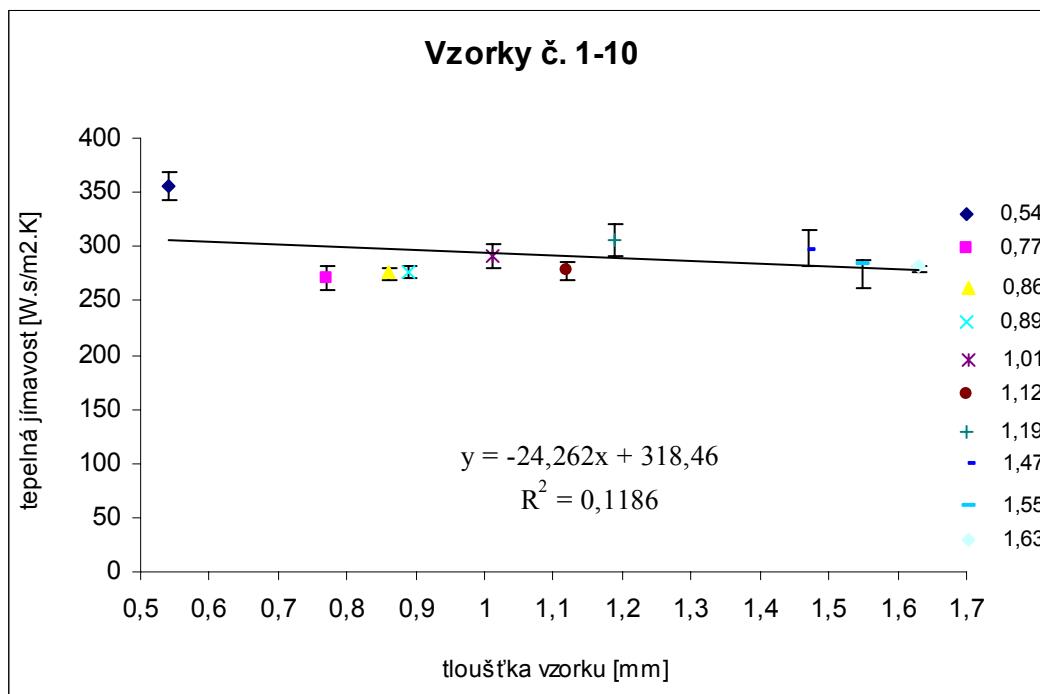
Tab č. 5 Tepelný odpor usně v závislosti na tloušťce při druhém stupni zavlhčení



Graf č. 1 Závislost tepelného odporu na tloušťce – usně s vyznačenými 95%IS při druhém stupni zavlhčení

Číslo vzorku	Tloušťka [mm]	Tepelná jímavost [W.s/½/m².k]
1	0,54	356,60
2	0,77	270,40
3	0,86	275,80
4	0,89	276,20
5	1,01	291,80
6	1,12	277,60
7	1,19	306,00
8	1,47	297,40
9	1,55	284,00
10	1,63	281,20

Tab č. 6 Tepelné jímavosti usně v závislosti na tloušťce při druhém stupni zavlhčení



Graf č. 2 Závislost tepelné jímavosti na tloušťce – usně s vyznačenými 95%IS při druhém stupni zavlhčení

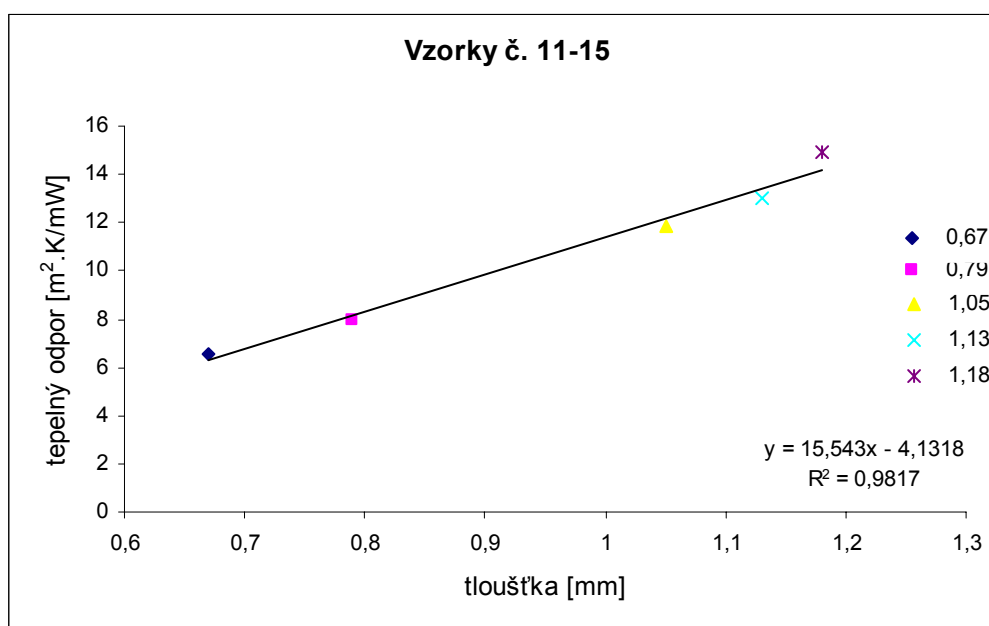
Tepelný odpor usně roste se vzrůstající tloušťkou dle očekávání. Nejnížší hodnotu tepelného odporu má vzorek č. 1 s nejmenší tloušťkou a nejvyšší hodnotu tepelného odporu má vzorek č. 10 s největší tloušťkou. Vzorek č. 1 má nejnížší izolační schopnost a nejlépe by teplo zadržoval vzorek č. 10.

Tepelný omak, který lze popsat veličinou tepelné jímavosti vychází pro vzorky č. 2 až č. 10 přibližně stejný. Pouze vzorek č. 1 má tepelnou jímavost mírně vyšší. Čím

vyšší je hodnota tepelné jímavosti, tím více chladný je omak. Tepelný omak vzorků usně naměřený při druhém stupni vlhkosti – tedy za podmínek, které jsou běžné (obvyklá teplota bytových interiérů a obvyklá relativní vlhkost) představuje příjemný omak. Chladný omak a nepříjemný pocit je vnímán od $b = 500$ a vyšší [13].

Číslo vzorku	Tloušťka [mm]	Tepelný odpor [Km ² /W]
11	0,67	6,56
12	0,79	7,96
13	1,05	11,82
14	1,13	13,02
15	1,18	14,90

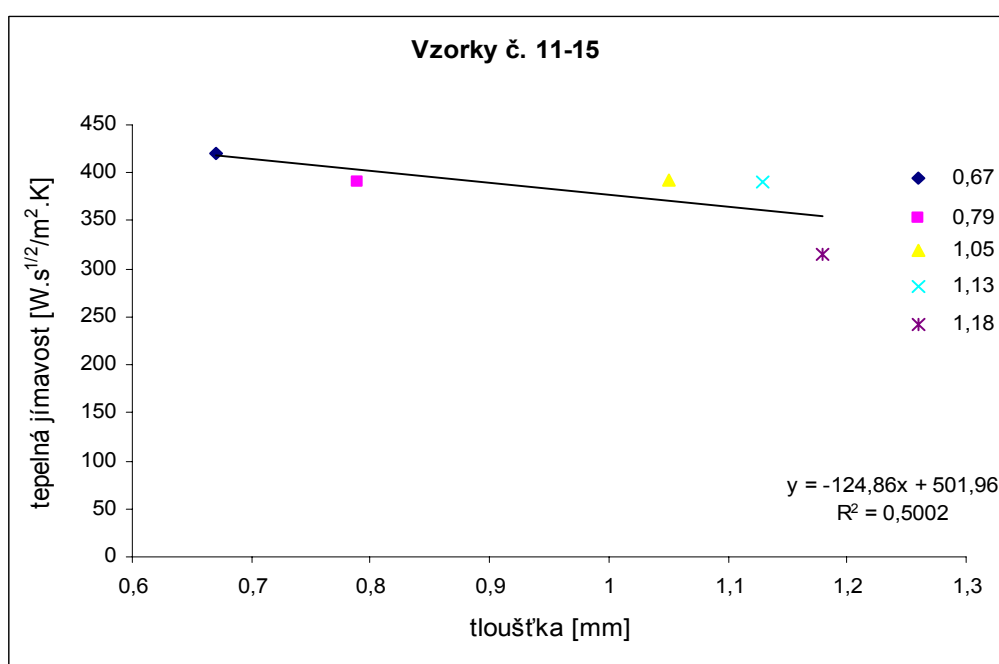
Tab. č. 7 Tepelný odpor v závislosti na tloušťce – koženka při druhém stupni vlhkosti



Graf č. 3 Závislost tepelného odporu na tloušťce – koženka při druhém stupni vlhkosti

Číslo vzorku	Tloušťka [mm]	Tepelná jímavost [$\text{W}\cdot\text{s}^{1/2}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]
11	0,67	315
12	0,79	297
13	1,05	420
14	1,13	390
15	1,18	374

Tab. č. 8 Závislost tepelné jímavosti na tloušťce při druhém stupni vlhkosti



Graf č. 4 Závislost tepelné jímavosti na tloušťce – koženka

Tepelný odpor koženky vzrůstá s tloušťkou dle očekávání. Nejnižší hodnotu tepelného odporu má vzorek s nejmenší tloušťkou č. 11 a nejvyšší hodnotu tepelného odporu má vzorek s největší tloušťkou č. 15. Nejlepší tepelný izolant ze vzorků koženky je vzorek č. 15.

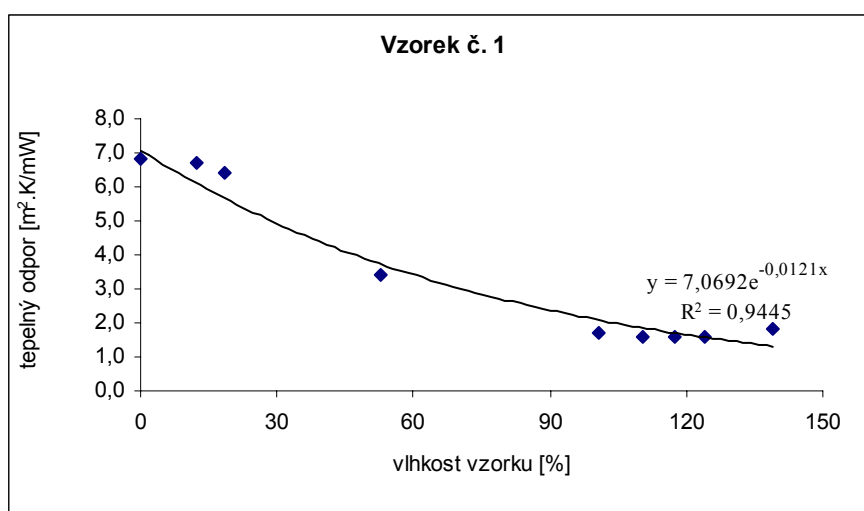
Tepelná jímavost vychází pro vzorky č. 11 až 14 přibližně stejná. Hodnoty tepelné jímavosti je možné poměřit s hodnotami tepelné jímavosti vzorků usně. Tepelná jímavost vzorků koženky je vyšší, tzn. že tepelný omak vzorků koženky je chladnější.

Vzorek č. 1

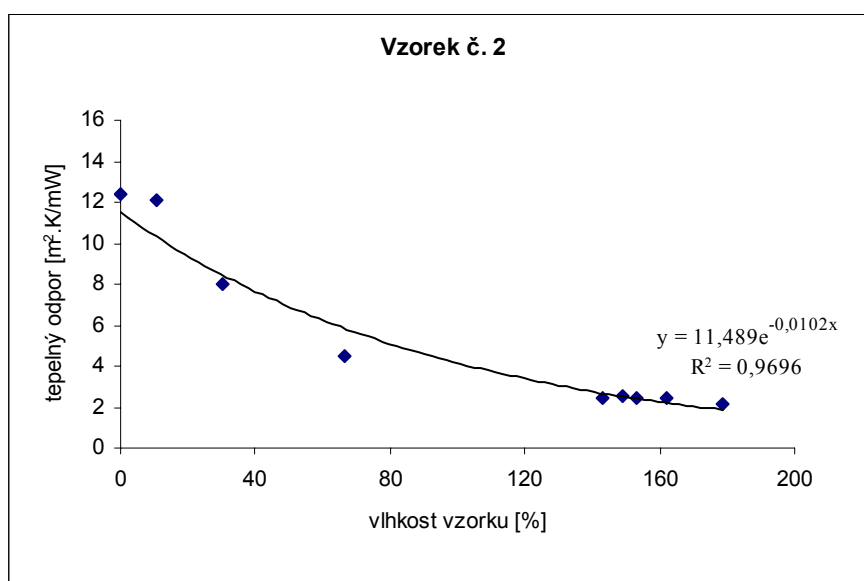
Vzorek č. 2

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	Stupeň vlhkosti	U [%]	r [K.m ² /W]
1	0	6,8	1	0	12,4
2	12,1	6,7	2	10,5	12,1
3	18,3	6,4	3	30	8
4	52,9	3,4	4	66,7	4,5
5	100,6	1,7	5	142,8	2,4
6	110,5	1,6	6	148,9	2,5
7	117,3	1,6	7	153,1	2,4
8	123,9	1,6	8	162	2,4
9	139,1	1,8	9	178,4	2,1

Tab č. 9 Závislosti tepelného odporu na stupni vlhkosti



Graf č. 5 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň



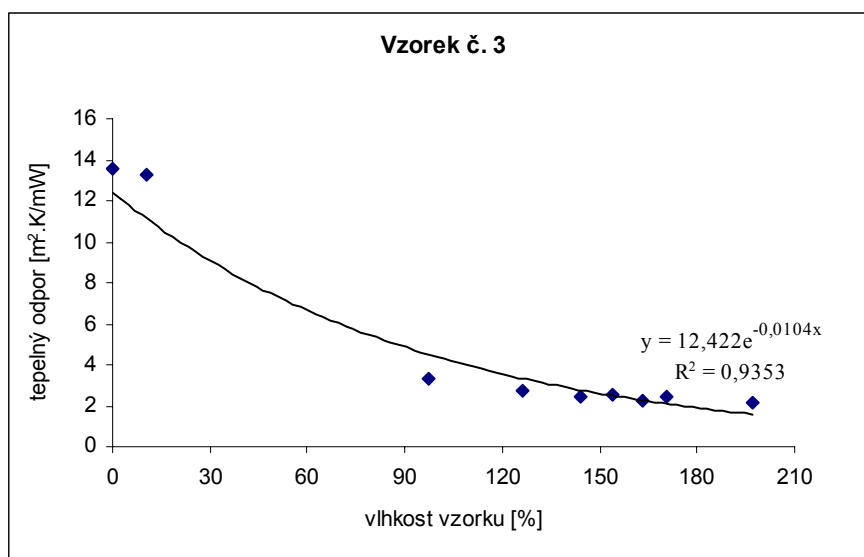
Graf č. 6 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň

Vzorek č. 3

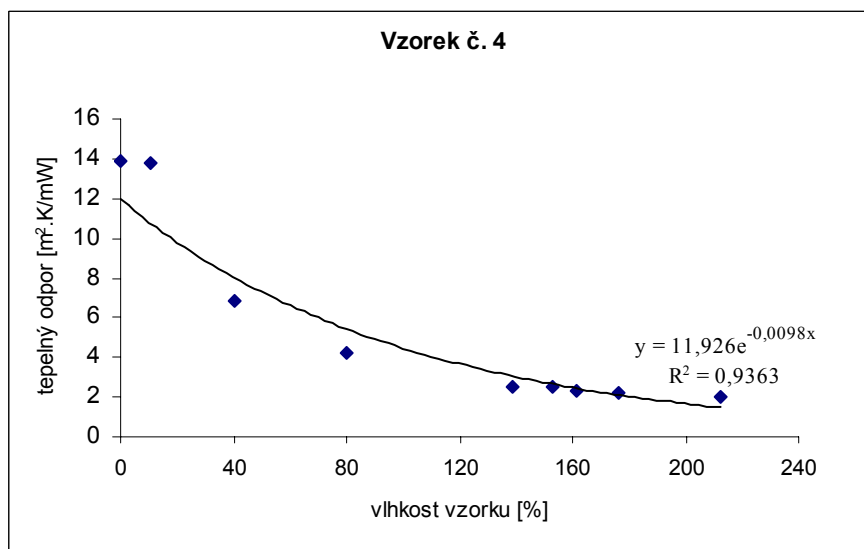
Vzorek č. 4

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]
1	0	13,6	1	0	13,9
2	10,4	13,2	2	10,9	13,7
3	97,5	3,3	3	40,1	6,8
4	126	2,7	4	80,2	4,2
5	144,4	2,4	5	139,1	2,5
6	153,8	2,5	6	153,1	2,5
7	162,9	2,2	7	161,3	2,3
8	170,7	2,4	8	176,1	2,2
9	197,1	2,1	9	212,1	2

Tab č. 10 Závislosti tepelného odporu na stupni vlhkosti



Graf č. 7 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň



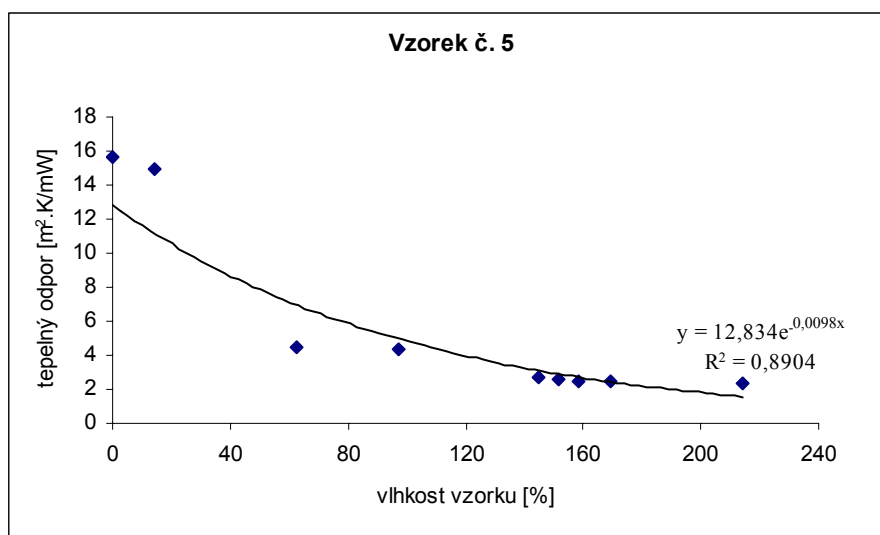
Graf č. 8 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti – useň

Vzorek č. 5

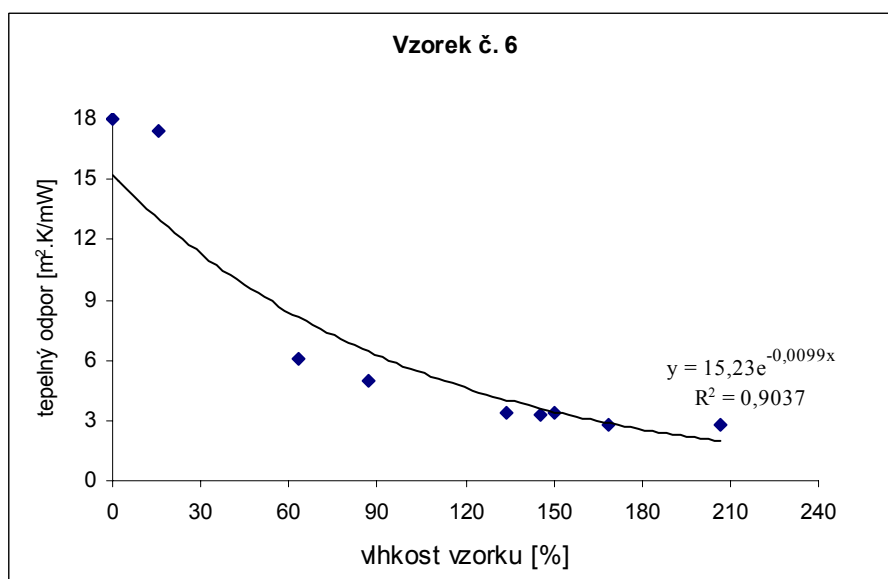
Vzorek č. 6

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]
1	0	15,6	1	0	18
2	14	15	2	15,4	17,4
3	62,4	4,5	3	63,5	6,1
4	97,4	4,4	4	87,2	5
5	144,7	2,7	5	133,8	3,4
6	151,5	2,6	6	145,3	3,3
7	158,5	2,5	7	150,5	3,4
8	169,4	2,5	8	168,7	2,8
9	214,2	2,3	9	207	2,8

Tab č. 11 Závislosti tepelného odporu na stupni vlhkosti



Graf č. 9 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň



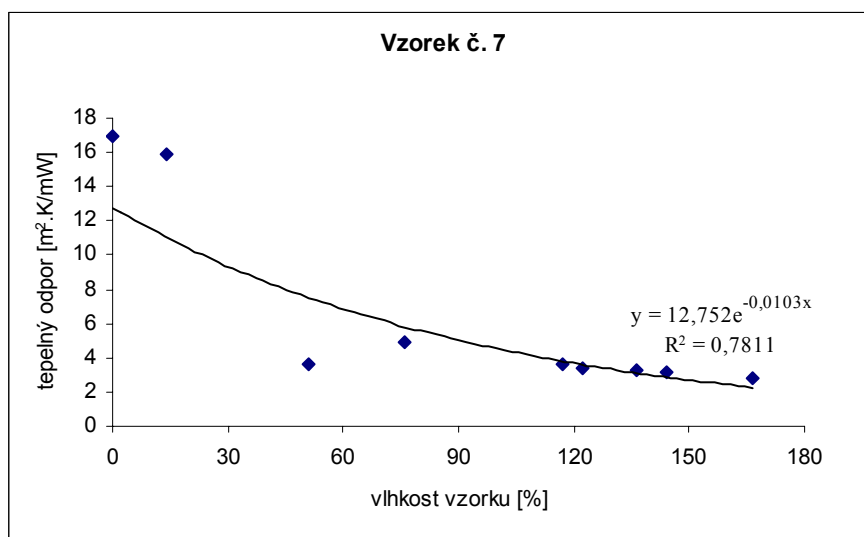
Graf č. 10 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň

Vzorek č. 7

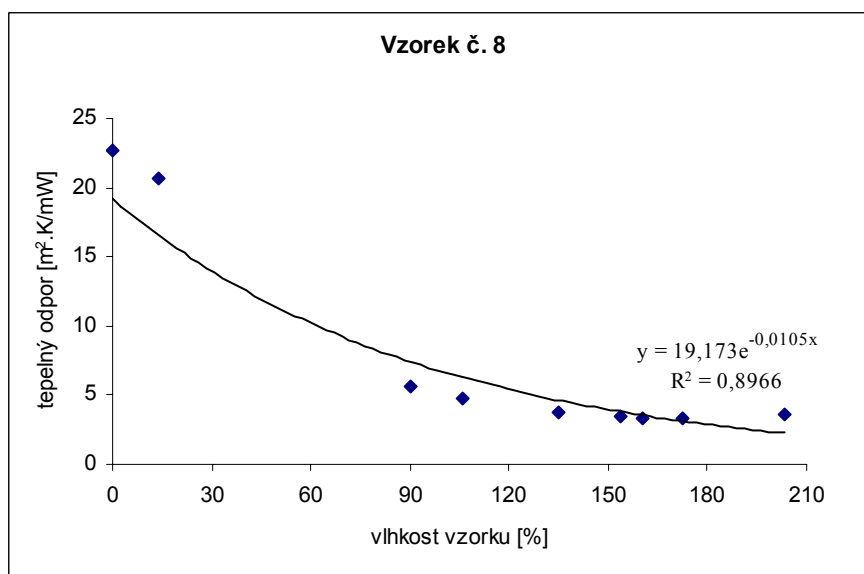
Vzorek č. 8

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]
1	0,0	16,9	1	0,0	22,7
2	13,8	15,9	2	14,1	20,7
3	50,7	3,6	3	89,9	5,7
4	75,8	4,9	4	105,9	4,8
5	117,2	3,6	5	134,7	3,8
6	122,3	3,4	6	153,8	3,4
7	136,4	3,3	7	160,6	3,3
8	144,2	3,2	8	172,6	3,3
9	166,5	2,8	9	203,1	3,6

Tab č. 12 Závislosti tepelného odporu na stupni vlhkosti



Graf č. 11 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň



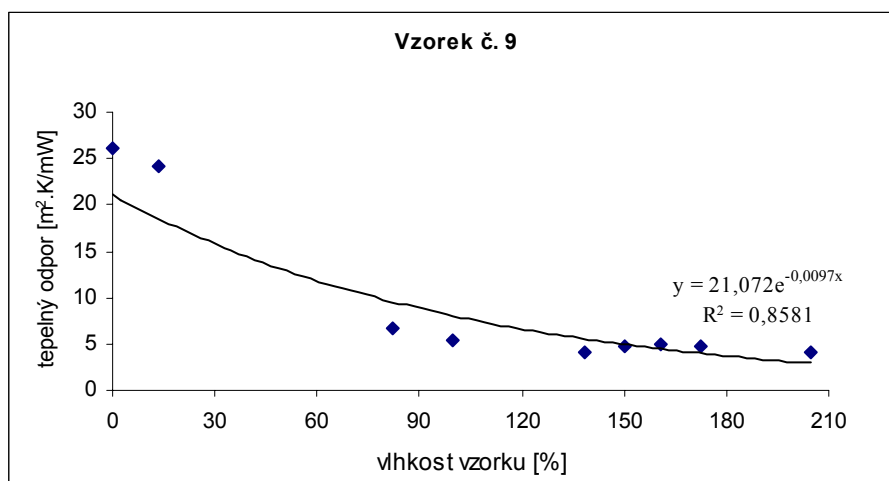
Graf č. 12 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti - useň

Vzorek č. 9

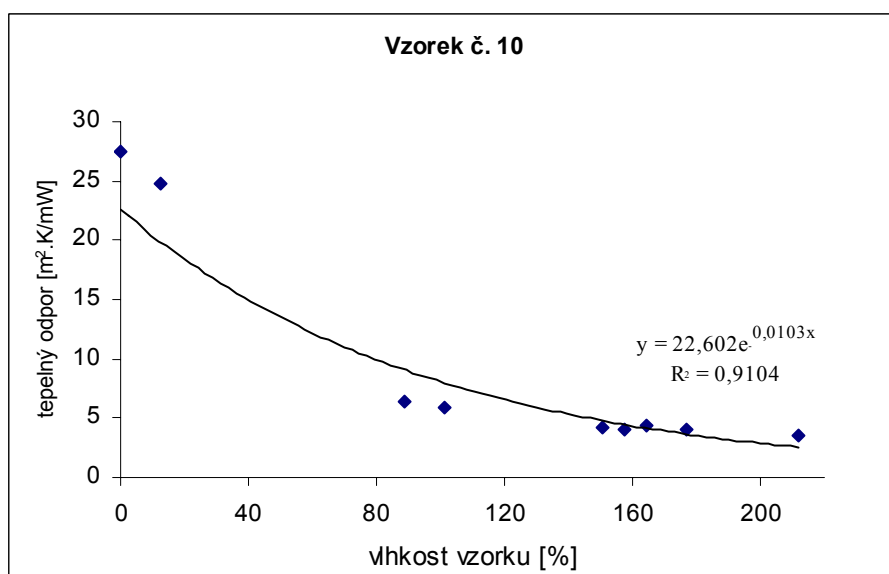
Vzorek č. 10

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]
1	0,0	26,1	1	0,0	27,5
2	13,3	24,2	2	12,5	24,7
3	82,4	6,7	3	89,0	6,4
4	100,0	5,5	4	101,0	5,9
5	138,3	4,1	5	150,3	4,2
6	150,2	4,7	6	157,4	4,1
7	160,6	4,9	7	164,2	4,3
8	172,7	4,8	8	176,7	4,0
9	204,7	4,0	9	211,9	3,6

Tab č. 13 Závislosti tepelného odporu na stupni vlhkosti



Graf č. 13 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti – useň



Graf č. 14 Závislost tepelného odporu na stupni vlhkosti – useň

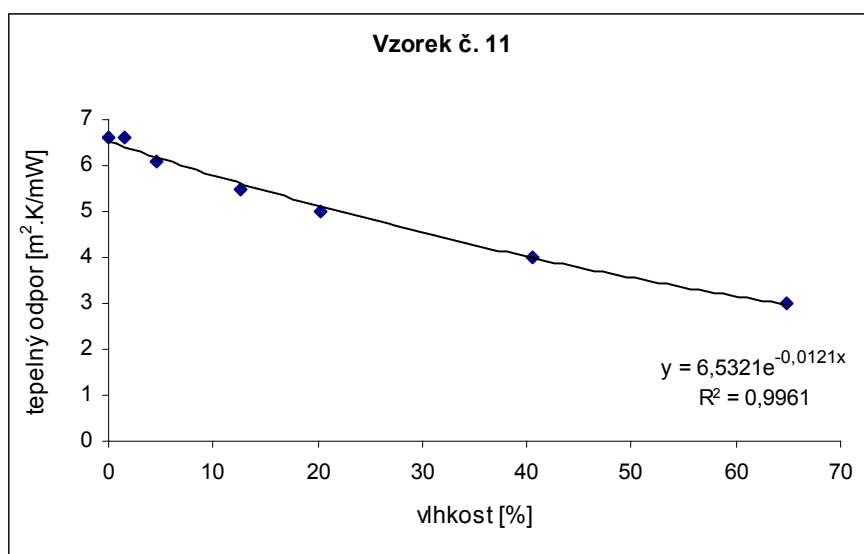
Tepelný odpor se vzrůstajícím stupněm vlhkosti dle očekávání klesá. Velikost tepelného odporu na prvních dvou úrovních vlhkosti (0% vlhkosti a vlhkost, která je v usni přítomna při běžných podmínkách) je u vzorků č. 1-6 téměř shodná, u vzorků č. 7-8 je více patrná. Se vzrůstající tloušťkou vzorku narůstá i rozdíl velikosti tepelného odporu zcela suché usně a usně druhého stupně vlhkosti, a to z důvodu většího množství absorbované vody, která zvyšuje tepelnou vodivost a snižuje tepelný odpor.

Přibližně od 120% hmotnostního přívažku vody se tepelný odpor snižuje minimálně. Při této úrovni vlhkosti a úrovních vlhkosti vyšších, je voda absorbovaná uvnitř vláken a podílí se tak na zvyšování tepelné vodivosti mnohem méně než voda, která je volně ve struktuře. S postupným vysoušením se voda z vláken uvolnila na jejich povrch a volně do struktury a došlo k značnému nárůstu tepelné vodivosti a poklesu tepelného odporu. Na určité minimální velikosti tepelného odporu se podílí i apretace usně, jež obsahuje tuk. Useň má při hmotnostním přívažku vody nad 50% velmi vysokou tepelnou jímavost, tzn. že její omak je velmi chladný a nepříjemný. Na přístroji ALAMBETA ji nebylo možno změřit z důvodu malého měřicího rozsahu. Na tepelně izolační vlastnosti má u usně vliv také porosita. Tento vliv úzce souvisí s její mikroporézní strukturou.

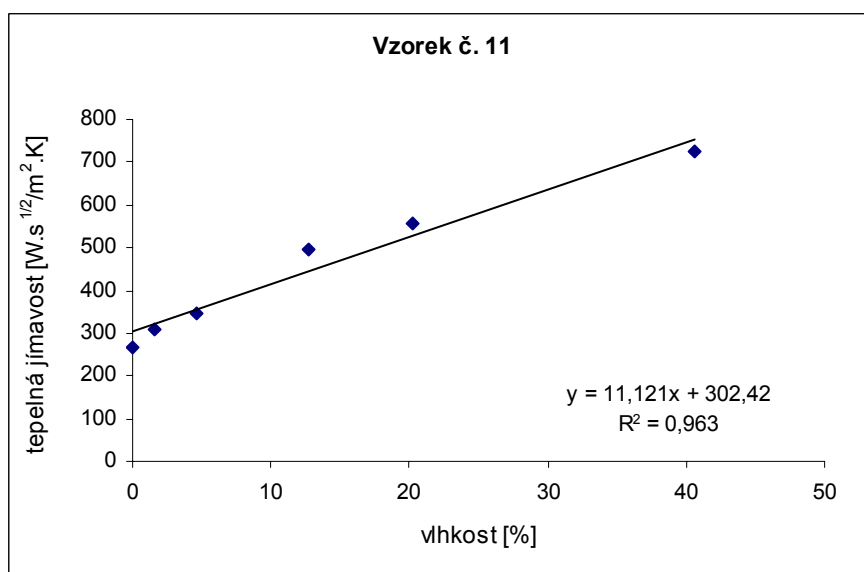
Vzorek č. 11

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	b [W.s ^{1/2} /m ² .K]
1	0,0	6,6	269
2	1,6	6,6	311
3	4,6	6,1	345
4	12,7	5,5	496
5	20,3	5	556
6	40,6	4	725
7	64,8	3	-

Tab č. 14 Hodnoty tepelného odporu a tepelné jímavosti pro jednotlivé stupně vlhkosti



Graf č. 15 Závislost tepelného odporu na vlhkosti – koženka

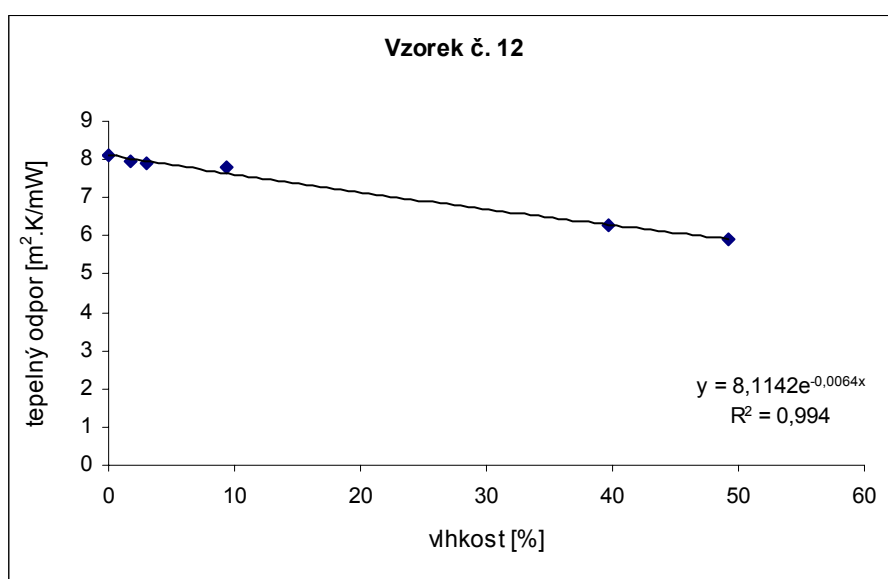


Graf č. 16 Závislost tepelného jímavosti na vlhkosti – useň

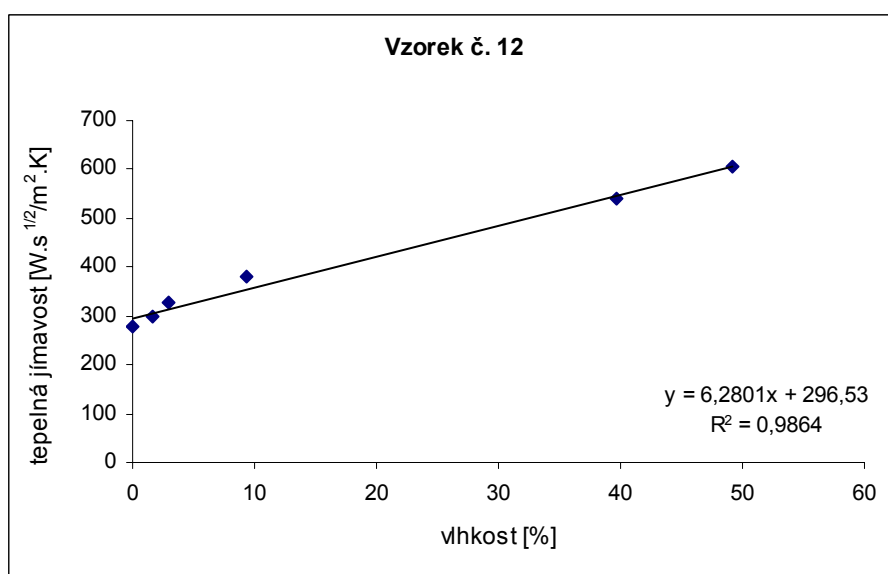
Vzorek č. 12

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	b [W.s ^{1/2} /m ² .K]
1	0,0	8,1	277
2	1,7	8,0	297
3	3,0	7,9	327
4	9,4	7,8	380
5	39,7	6,3	539
6	49,2	5,9	606

Tab č. 15 Hodnoty tepelného odporu a tepelné jímavosti pro jednotlivé stupně vlhkosti



Graf č. 17 Závislost tepelného odporu na vlhkosti – koženka

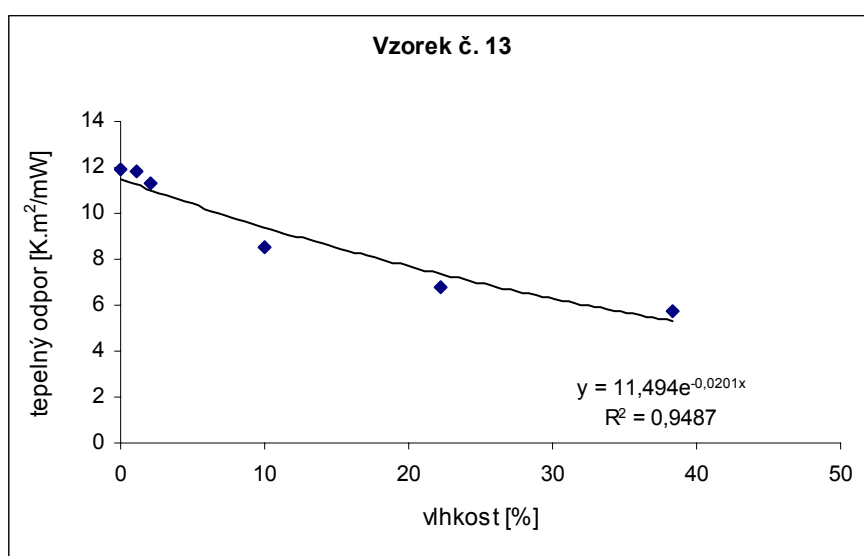


Graf č. 18 Závislost tepelné jímavosti na vlhkosti – koženka

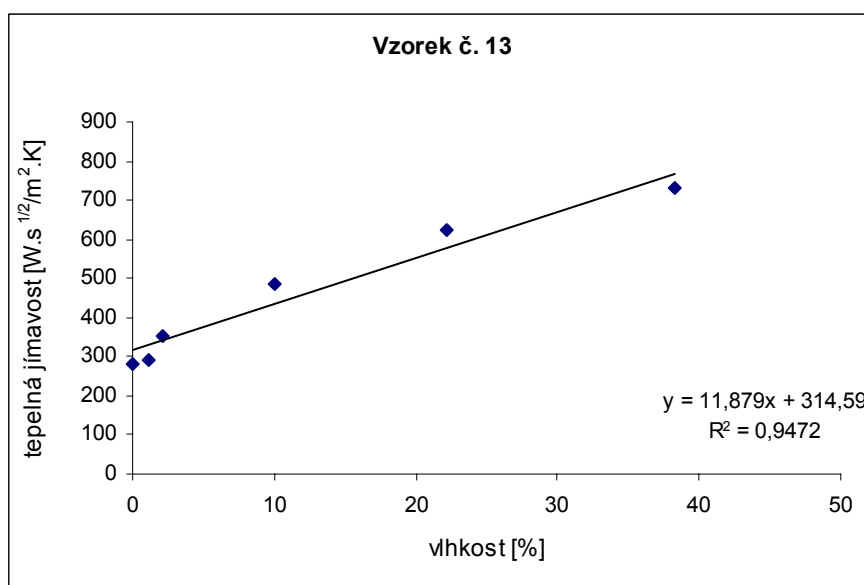
Vzorek č. 13

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	b [W.s ^{1/2} /m ² .K]
1	0,0	11,9	280
2	1,1	11,8	291
3	2,1	11,3	352
4	10,0	8,5	487
5	22,2	6,8	623
6	38,3	5,7	730

Tab č. 15 Hodnoty tepelného odporu a tepelné jímavosti pro jednotlivé stupně vlhkosti



Graf č. 19 Závislost tepelného odporu na vlhkosti – koženka

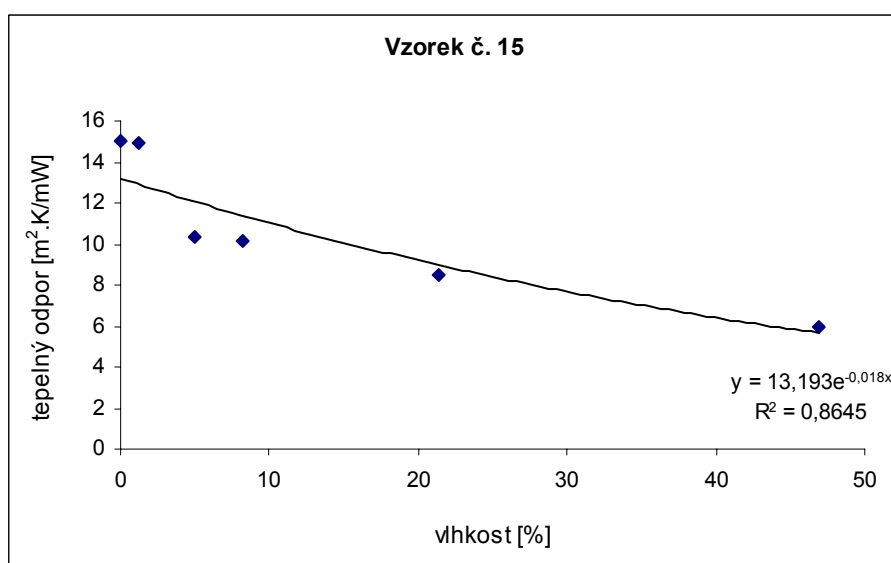


Graf č. 20 Závislost tepelné jímavosti na vlhkosti – koženka

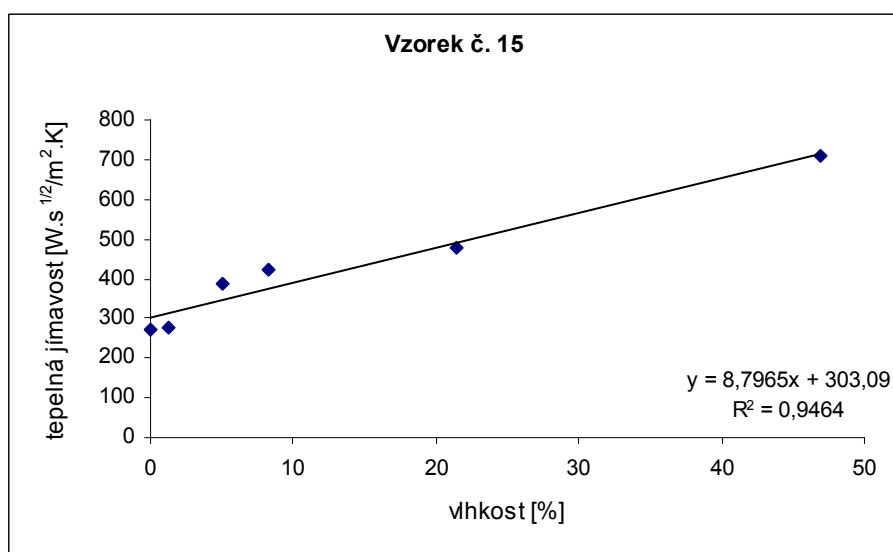
Vzorek č. 15

Stupeň vlhkosti	U [%]	r [Km ² /W]	b [W.s ^{1/2} /m ² .K]
1	0,0	15	270
2	1,2	14,9	275
3	5,0	10,3	389
4	8,2	10,1	425
5	21,4	8,5	477
6	46,9	6	710

Tab č. 16 Hodnoty tepelného odporu a tepelné jímavosti pro jednotlivé stupně vlhkosti



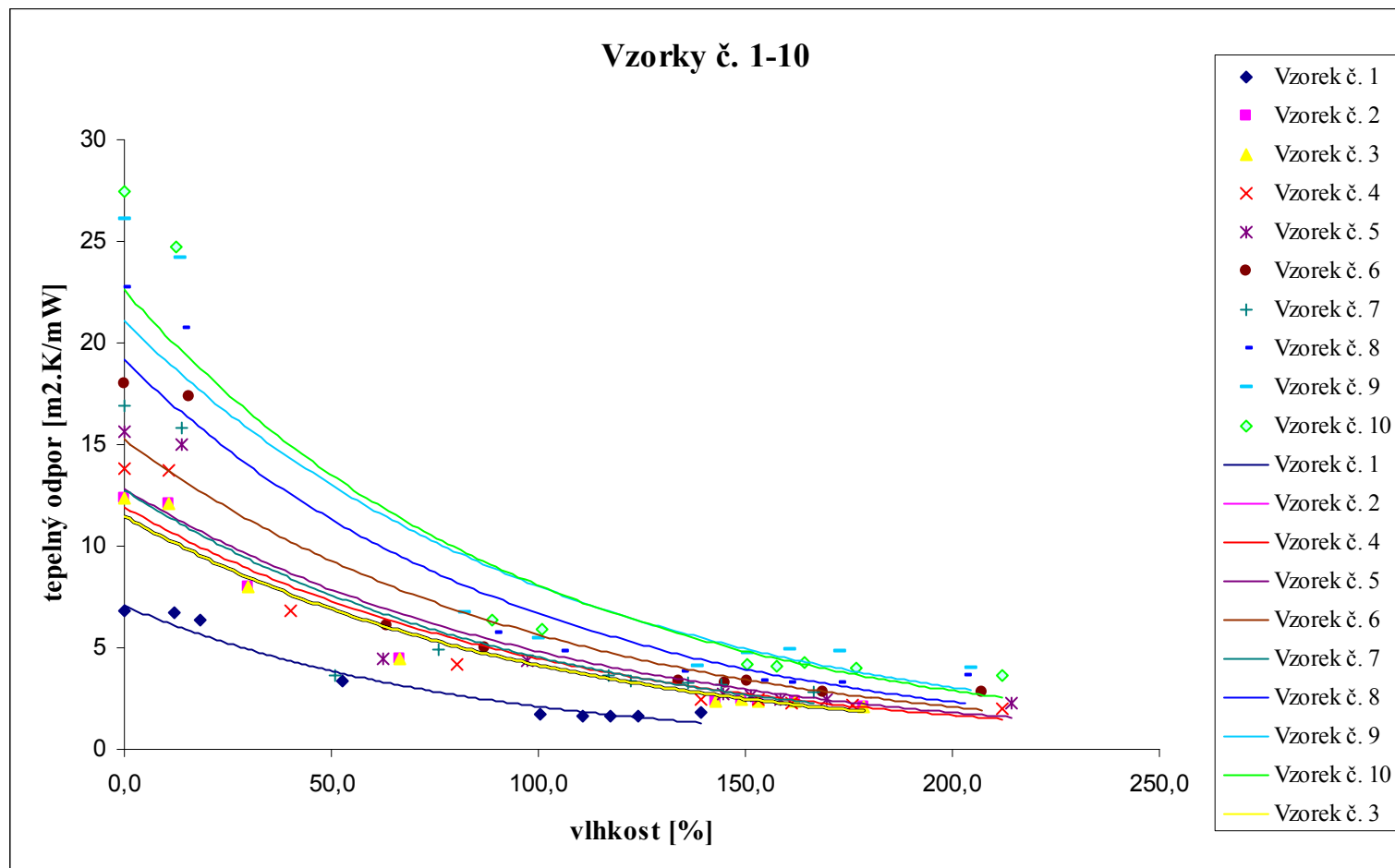
Graf č. 21 Závislost tepelného odporu na vlhkosti – koženka



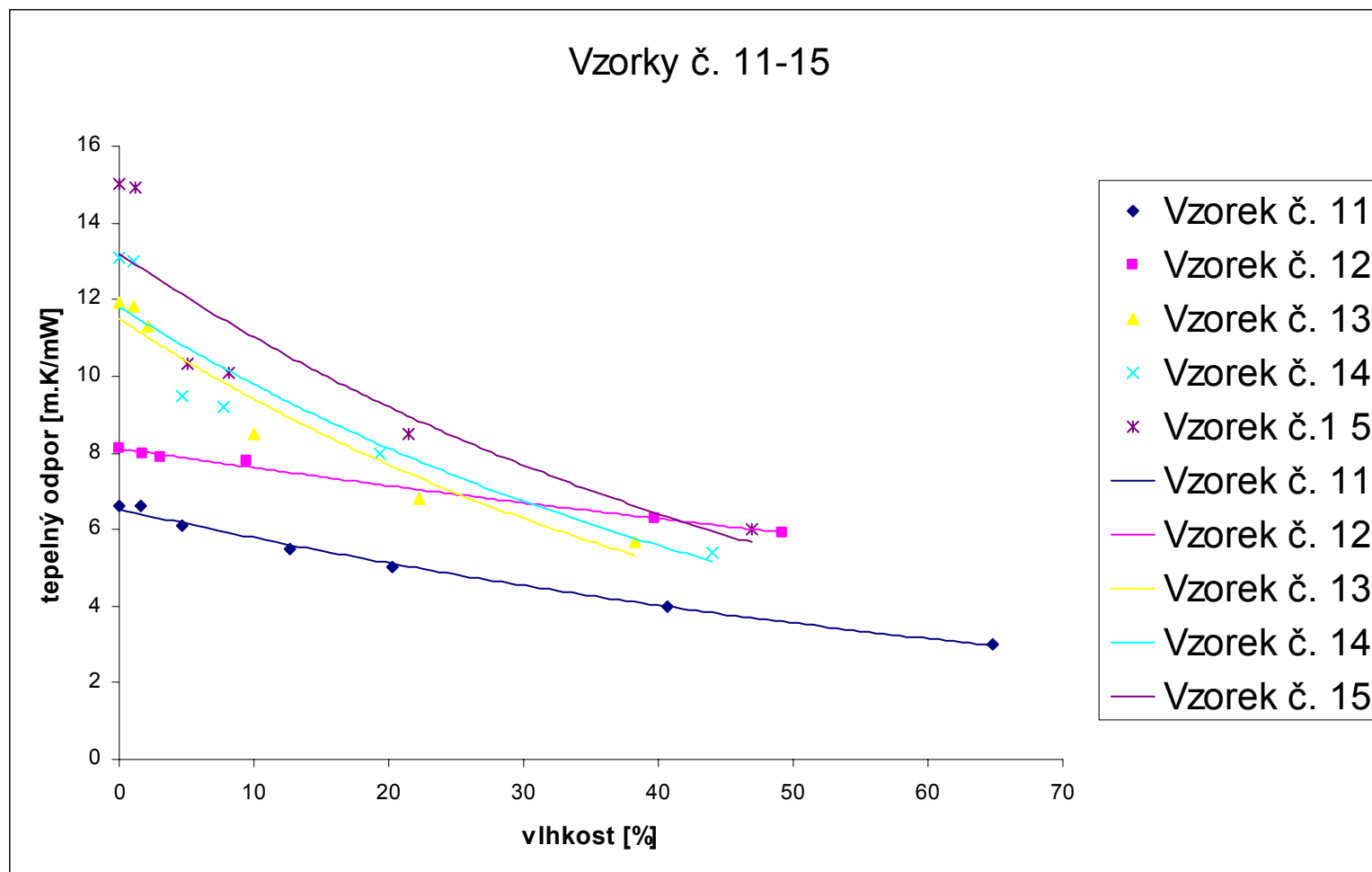
Graf č. 22 Závislost tepelného odporu na vlhkosti - koženka

Tepelný odpor se zvyšujícím se stupněm vlhkosti dle očekávání klesá. Na prvních dvou úrovních vlhkosti (0% vlhkosti a vlhkosti, která je byla v kožence přítomna při běžných podmínkách) je u vzorků téměř shodná. Při běžných podmínkách byl hmotnostní přívažek vody kolem 1%. Se vzrůstající vlhkostí tepelný odpor klesal značně, a to proto, že voda byla v kožence pouze volně ve struktuře. Voda do struktury pronikala kapilárními silami.

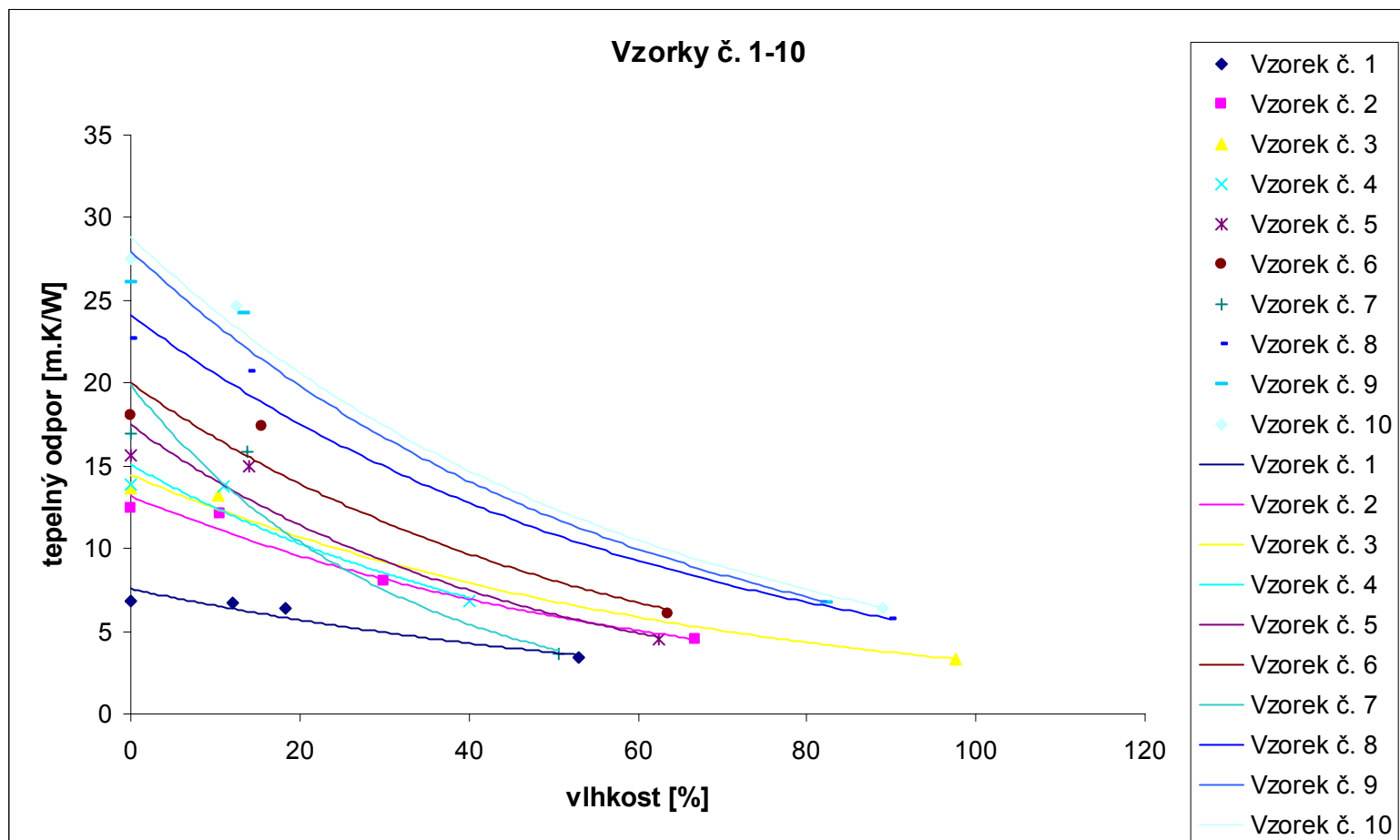
Tepelná jímavost s rostoucí vlhkostí stoupala. Bylo ji možno změřit přibližně do 50% hmotnostního přívažku vody, nad tuto mez byla tepelná jímavost natolik vysoká, že rozsah měřicího přístroje nebyl schopen hodnotu zaznamenat. Tepelný omak je nepříjemný od hodnoty $b = 500 \text{ W} \cdot \text{s}^{1/2} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ a více.



Graf č. 23 Závislost tepelného odporu na vlhkosti - useň



Graf č. 24 Závislost tepelného odporu na vlhkosti - koženka



Graf č. 25 Závislost tepelného odporu na vlhkosti – useň

11 Závěr

Cílem práce bylo zjistit, jak se od sebe liší čalounická useň a čalounická koženka v tepelných vlastnostech, konkrétně v tepelně izolačních a tepelně kontaktních, a to při několika úrovních vlhkosti.

Při teplotě a vlhkosti, které jsou obdobné podmínkám při běžném užívání čalounických materiálů, vykazovala useň lepší tepelně izolační schopnosti. Její tepelný odpor byl vyšší než tepelný odpor koženky při všech srovnatelných tloušťkách. Useň má lepší schopnost zadržet teplo, její tepelná vodivost je nižší než tepelná vodivost koženky.

Taktéž tepelná jímavost, charakterizující tepelný omak, vyšla pro useň za podmínek, které jsou obdobné podmínkám při běžném používání lépe. Na dotek působí tepleji. Chladnější omak koženky však nemusí být nutně zápornou vlastností, neboť vnímání tepelného omaku je značně subjektivní a pro někoho může tato vlastnost být naopak příjemná.

Při zavlhčení obou materiálů došlo podle očekávání k poklesu jejich tepelných odporů. Schopnost izolovat teplo se snížila a došlo k nárůstu tepelné vodivosti. Pokles tepelného odporu u usně je pozvolnější, tzn., že useň i při zavlhčení v porovnání s koženkou má mírnější nárůst tepelné vodivosti.

Tepelná jímavost obou materiálů po zavlhčení vzrostla. Lze říci, že oba materiály mají za stavu zvýšené vlhkosti chladný nepříjemný omak.

Nejvyšší tepelný odpor měl vzorek usně s nejvyšší tloušťkou, a to při všech úrovních vlhkosti. Nejteplejší omak pak vzorek usně č. 2.

Pro dosažení co nejlepších izolačních vlastností je doporučením použití co největší tloušťky čalounického materiálu v závislosti na technologických možnostech zpracování. Tepelný omak by bylo možno zlepšit použitím čalounického materiálu s povrchovou úpravou, například broušené usně.

Pro úplné posouzení komfortu čalounického materiálu by bylo možno popsat i veličiny: propustnost pro vodní páry a plyny, propustnost lícové strany pro kapalnou vodu, vyrovnání teplotní změny v závislosti na čase, porositu usně atd. Z důvodu rozsahu práce toto nebylo možné, ale vědecké zpracování zmíněných veličin by poskytlo možnost posoudit komfort čalounických materiálů v celé šíři.

Přílohy:

1. Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření
2. Teplota a vlhkost vzduchu v laboratoři při měření
3. Tepelné vodivosti při různých stupních vlhkosti- hodnoty + grafy
4. Úbytky hmotnosti vzorků vysoušením + hmotnostní přívažky vody
5. Poměrové složení PU/PL v kožence
6. Vzorky

Příloha č. 1

Vzorek č. 1

Měření č.	h	λ	b	r
1	0,52	76,7	345	6,8
2	0,57	84,1	348	6,7
3	0,55	82,1	367	6,7
4	0,52	79,2	355	6,6
5	0,52	78,0	368	6,7
art.pr.	0,54	80,0	357	6,70
s	0,023	3,031	10,597	0,071
var	0,043	0,038	0,030	0,011
95% IS	<0,51;0,56>	<76,4;83,5>	<344;369>	<6,6;6,8>

Tab č. 1 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č 2

Měření č.	h	λ	b	r
1	0,75	62,1	264	12,1
2	0,75	60,1	268	12,5
3	0,76	63,2	262	12,0
4	0,78	65,6	272	11,9
5	0,82	68,8	286	11,9
art.pr.	0,77	63,96	270,40	12,08
s	0,029	3,356	9,529	0,249
var	0,038	0,052	0,035	0,021
95% IS	<0,74;0,81>	<60,0;67,8>	<259;281>	<11,8;12,4>

Tab č. 2 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 3

Měření č.	h	λ	b	r
1	0,83	63,1	269	13,2
2	0,85	63,9	275	13,3
3	0,87	65,1	275	13,4
4	0,86	66,0	281	13,1
5	0,87	66,2	279	13,2
art.pr.	0,86	64,86	275,80	13,24
s	0,017	1,339	4,604	0,114
var	0,020	0,021	0,017	0,009
95% IS	<0,84;0,88>	<63,3;66,4>	<270;281>	<13,1;13,4>

Tab č. 3 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 4

Měření č.	h	λ	b	r
1	0,92	67,2	283	13,6
2	0,88	64,6	274	13,7
3	0,90	66,5	272	13,6
4	0,90	65,3	280	13,8
5	0,87	62,4	272	14,0
art.pr.	0,89	65,20	276,20	13,74
s	0,019	1,864	5,020	0,167
var	0,022	0,029	0,018	0,012
95% IS	<0,87;0,92>	<63,0;67,3>	<270;282>	<13,5;13,9>

Tab č. 4 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 5

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,02	67,6	306	15,1
2	1,01	67,2	286	15,0
3	0,98	67,2	282	14,6
4	1,02	67,0	291	15,3
5	1,02	68,3	294	15,0
art.pr.	1,01	67,46	291,80	15,00
s	0,017	0,518	9,176	0,255
var	0,017	0,008	0,031	0,017
95% IS	<0,99;1,03>	<66,8;68,1>	<281;302>	<14,7;15,3>

Tab č. 5 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 6

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,10	63,4	267	17,4
2	1,10	63,4	277	17,4
3	1,08	62,2	280	17,3
4	1,13	64,7	276	17,5
5	1,17	67,3	288	17,4
art.pr.	1,12	64,20	277,60	17,40
s	0,035	1,946	7,570	0,071
var	0,031	0,030	0,027	0,004
95% IS	<1,07;1,16>	<61,9;66,4>	<269;286>	<17,3;17,5>

Tab č. 6 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 7

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,22	77,4	310	15,8
2	1,20	75,9	319	15,8
3	1,16	72,9	316	15,9
4	1,20	75,6	294	15,9
5	1,17	73,6	291	15,9
art.pr.	1,19	75,08	306,00	15,86
s	0,024	1,821	12,787	0,055
var	0,021	0,024	0,042	0,003
95% IS	<1,16;1,22>	<72,9;77,2>	<291;321>	<15,8;15,9>

Tab č. 7 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 8

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,48	70,4	275	21,0
2	1,46	72,9	301	20,0
3	1,45	70,4	302	20,6
4	1,45	69,3	301	21,0
5	1,49	71,5	308	20,9
art.pr.	1,47	70,90	297,40	20,70
s	0,018	1,362	12,857	0,424
var	0,012	0,019	0,043	0,020
95% IS	<1,44;1,49>	<69,3;72,5>	<282;312>	<20,2;21,2>

Tab č. 8 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 9

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,57	64,3	299	24,5
2	1,51	62,9	292	24
3	1,56	64,6	288	24,2
4	1,53	64,8	290	23,7
5	1,59	66,8	251	23,8
art.pr.	1,55	64,68	284,00	24,04
s	0,031937	1,398928	18,90767	0,320936
var	0,021	0,022	0,067	0,013
95% IS	<1,51;1,59>	<63,0;66,3>	<261;301>	<23,7;24,4>

Tab č. 9 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 10

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,64	66,6	278	24,6
2	1,63	66,1	285	24,6
3	1,60	64,2	285	25,0
4	1,68	69,0	278	24,4
5	1,59	63,8	280	24,9
art.pr.	1,63	65,94	281,20	24,70
s	0,035637	2,087582	3,563706	0,244949
var	0,022	0,032	0,013	0,010
95% IS	<1,59;1,67>	<63,4;68,3>	<277;285>	<24,4;25,0>

Tab č. 10 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 11

Měření č.	h	λ	b	r
1	0,65	100	408	6,5
2	0,66	102	423	6,5
3	0,67	102	428	6,6
4	0,69	103	422	6,7
5	0,66	102	418	6,5
art. pr.	0,67	101,8	420	6,56
sm. od.	0,015	1,095	7,497	0,089
var	0,023	0,011	0,018	0,014
IS	<0,65;0,68>	<100,5;103,1>	<411;428>	<6,5;6,7>

Tab č. 11 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 12

Měření č.	h	λ	b	r
1	0,77	97,5	370	7,9
2	0,78	96,3	399	8,1
3	0,8	101	399	7,9
4	0,82	102	396	8
5	0,79	100	385	7,9
art. pr	0,79	99,4	390	7,96
sm. od.	0,019	2,392	12,478	0,089
var	0,024	0,024	0,032	0,011
IS	<0,77;0,81>	<96,5;102,1>	<375;404>	<7,9;8,1>

Tab č. 12 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č 13

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,04	87,4	395	11,9
2	1,04	88,1	397	11,8
3	1,06	90,6	392	11,7
4	1,06	89,8	390	11,8
5	1,04	87,4	391	11,9
art. pr.	1,05	88,7	393	11,82
sm. od.	0,011	1,462	2,915	0,084
var	0,010	0,016	0,007	0,007
IS	<1,03;1,06>	<86,9;90,3>	<390;396>	<11,7;11,9>

Tab č. 13 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 14

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,08	83,1	370	13,0
2	1,13	87,6	399	12,9
3	1,14	85,7	399	13,3
4	1,12	86,2	396	13,0
5	1,16	90,0	385	12,9
art. pr.	1,13	86,5	390	13,02
sm. od.	0,030	2,537	12,478	0,164
var	0,026	0,029	0,032	0,013
IS	<1,09;1,16>	<83,5;89,47>	<375;404>	<12,8;13,2>

Tab č. 14 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Vzorek č. 15

Měření č.	h	λ	b	r
1	1,18	78,1	307	15,1
2	1,17	78,5	325	14,9
3	1,18	79,7	310	14,8
4	1,19	79,3	323	15,0
5	1,2	81,6	312	14,7
art. pr.	1,18	79,4	315	14,9
sm. od.	0,011	1,363	8,081	0,158
var	0,010	0,017	0,026	0,011
IS	<1,17;1,20>	<77,8;81,0>	<306;325>	<14,7;15,1>

Tab č. 15 Tepelné vlastnosti pro jednotlivé tloušťky za běžných podmínek s vypočítanými přesnostmi měření

Příloha č. 2

Stupeň vlhkosti 1

Vzorky	Teplota v laboratoři	Relativní vlhkost
1	23°C	40%
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11	22,6°C	42%
12		
13		
14		
15		

Tab č. 1 Teplota a relativní vlhkost vzduchu v laboratoři při měření veličin pro jednotlivé vzorky

Stupeň vlhkosti 2

Vzorky	Teplota v laboratoři	Relativní vlhkost
1	22,8°C	41%
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11	22,4°C	44%
12		
13		
14		
15		

Tab č. 2 Teplota a relativní vlhkost vzduchu v laboratoři při měření veličin pro jednotlivé vzorky

Stupně vlhkosti 3-9

Vzorky	Teplota v laboratoři	Relativní vlhkost
1	22,5°C	41%
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11	21,9°C	44%
12		
13		
14		
15		

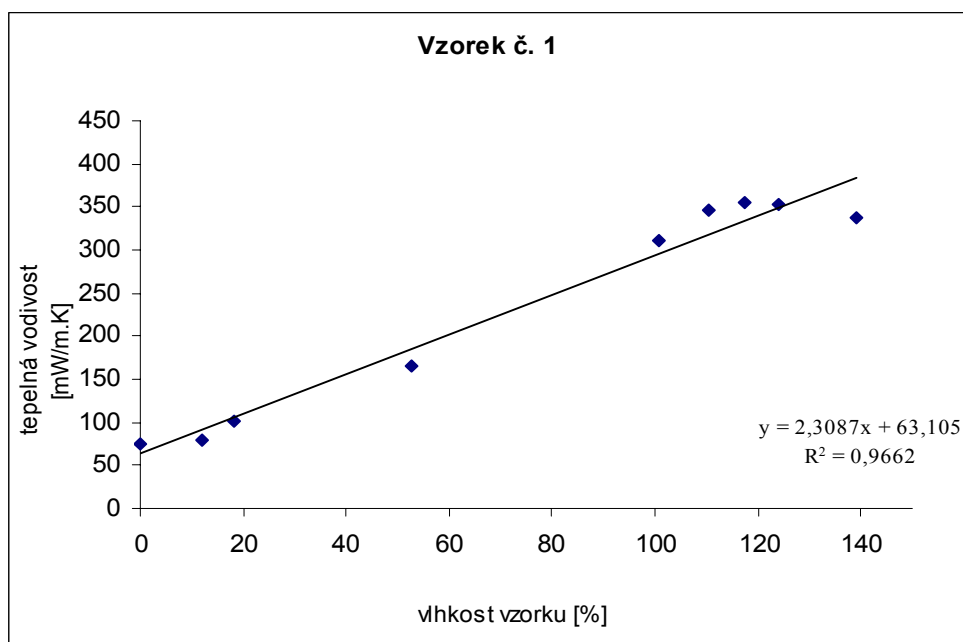
Tab č. 3 Teplota a relativní vlhkost vzduchu v laboratoři při měření veličin pro jednotlivé vzorky

Příloha č. 3

Vzorek č. 1

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	74,6
2	12,1	80,0
3	18,3	102,0
4	52,9	165,0
5	100,6	311,0
6	110,5	347,0
7	117,3	356,0
8	123,9	352,0
9	139,1	338,0

Tab č. 1 Tepelná vodivost při různých úrovních vlhkosti

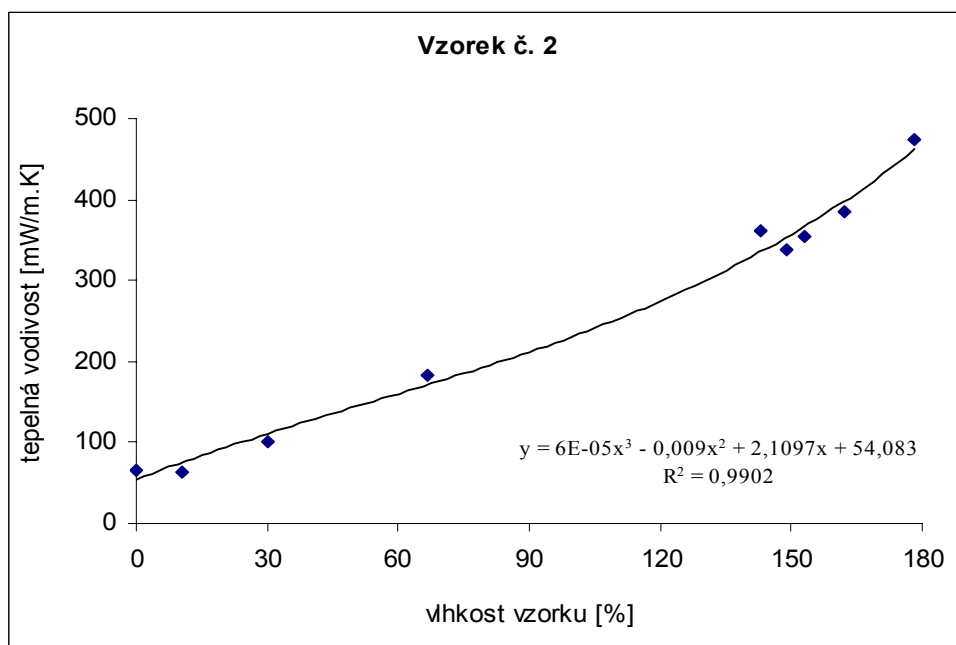


Graf č. 1 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 2

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	66,5
2	10,5	64,0
3	30,0	101,0
4	66,7	182,0
5	142,8	361,0
6	148,9	339,0
7	153,1	354,0
8	162,0	384,0
9	178,4	474,0

Tab č. 2 Tepelná vodivost při různých úrovních vlhkosti

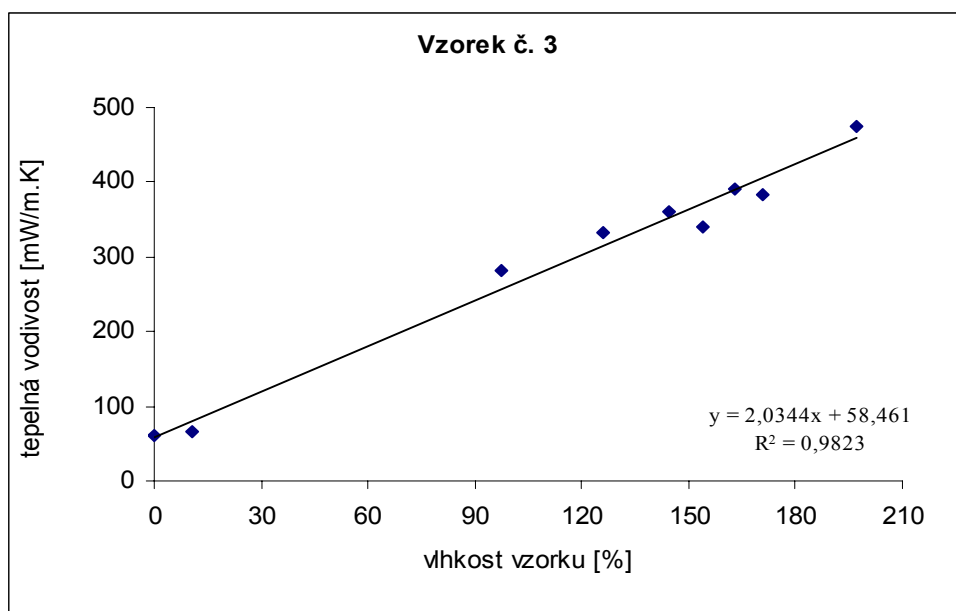


Graf č. 2 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 3

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	61,5
2	10,4	64,9
3	97,5	281,0
4	126,0	332,0
5	144,4	361,0
6	153,8	339,0
7	162,9	391,0
8	170,7	384,0
9	197,1	474,0

Tab č. 3 Tepelná vodivost při různých úrovních vlhkosti

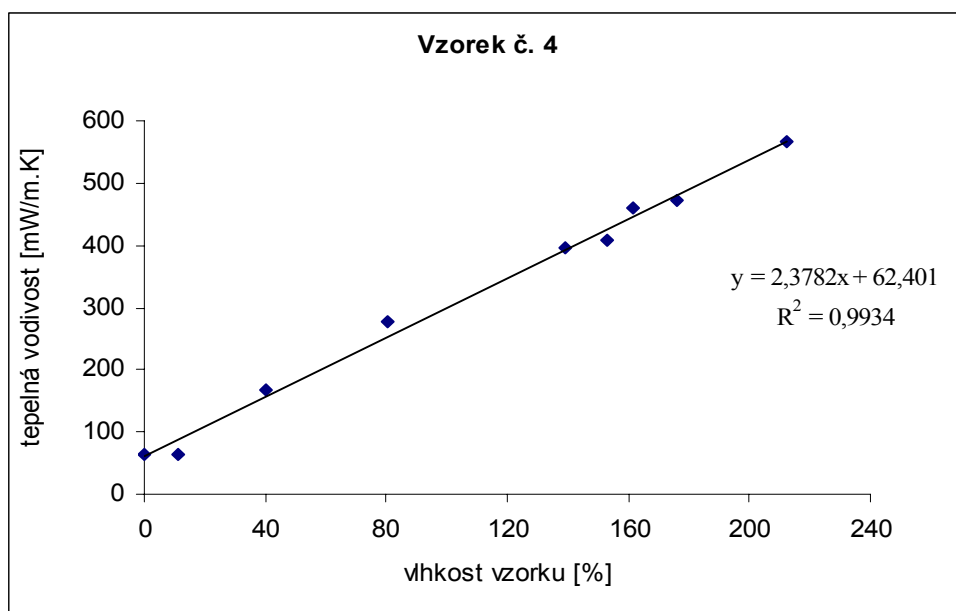


Graf č. 3 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 4

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	64,2
2	10,9	65,2
3	40,1	167,0
4	80,2	277,0
5	139,1	397,0
6	153,1	409,0
7	161,3	459,0
8	176,1	471,0
9	212,1	566,0

Tab č. 4 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

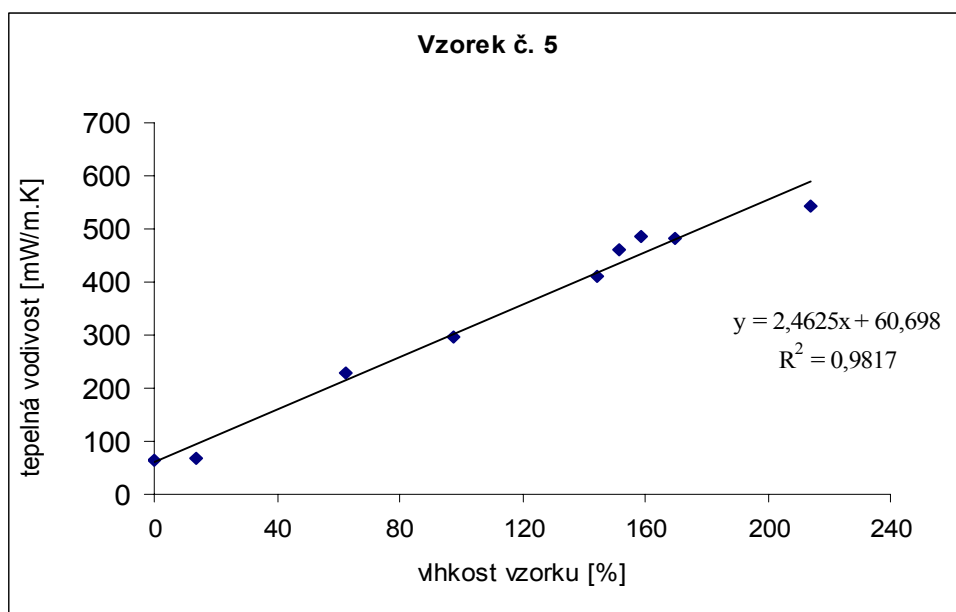


Graf č. 4 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 5

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	62,8
2	14,0	67,5
3	62,4	228,0
4	97,4	298,0
5	144,7	409,0
6	151,5	462,0
7	158,5	484,0
8	169,4	483,0
9	214,2	544,0

Tab č. 5 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

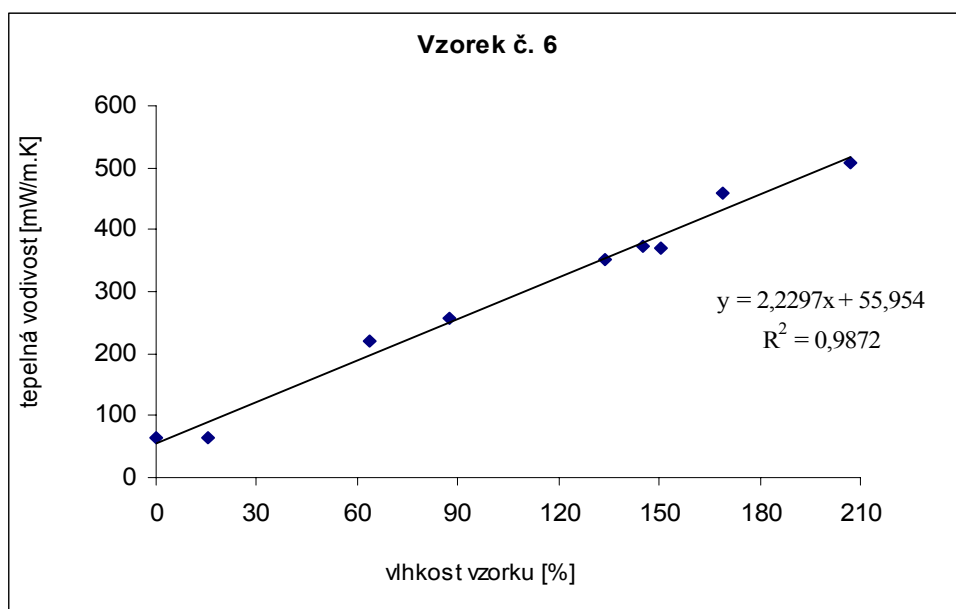


Graf č. 5 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 6

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	63,4
2	15,4	64,2
3	63,5	220,0
4	87,2	258,0
5	133,8	352,0
6	145,3	374,0
7	150,5	371,0
8	168,7	459,0
9	207,0	508,0

Tab č. 6 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

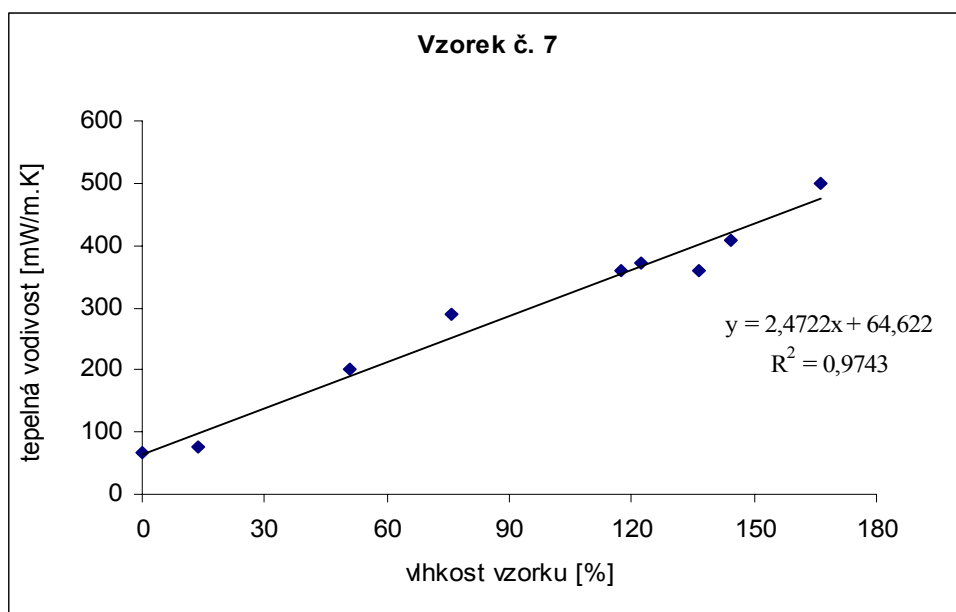


Graf č. 6 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 7

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	66,1
2	13,8	75,0
3	50,7	201,0
4	75,8	288,0
5	117,2	358,0
6	122,3	373,0
7	136,4	358,0
8	144,2	409,0
9	166,5	498,0

Tab č. 7 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

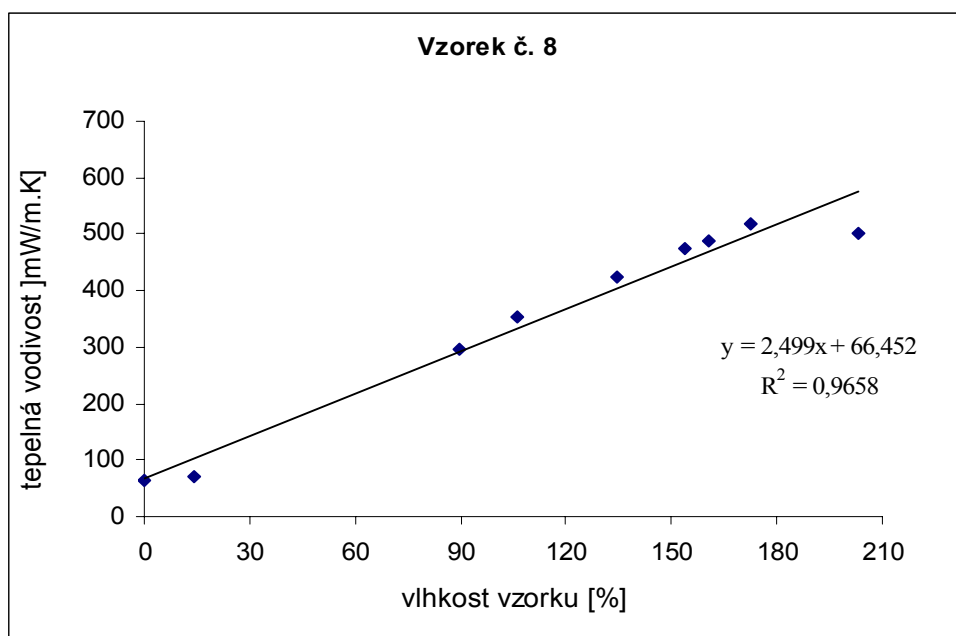


Graf č. 7 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 8

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	62,8
2	14,1	70,9
3	89,9	295,0
4	105,9	353,0
5	134,7	424,0
6	153,8	474,0
7	160,6	487,0
8	172,6	517,0
9	203,1	500,0

Tab č. 8 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

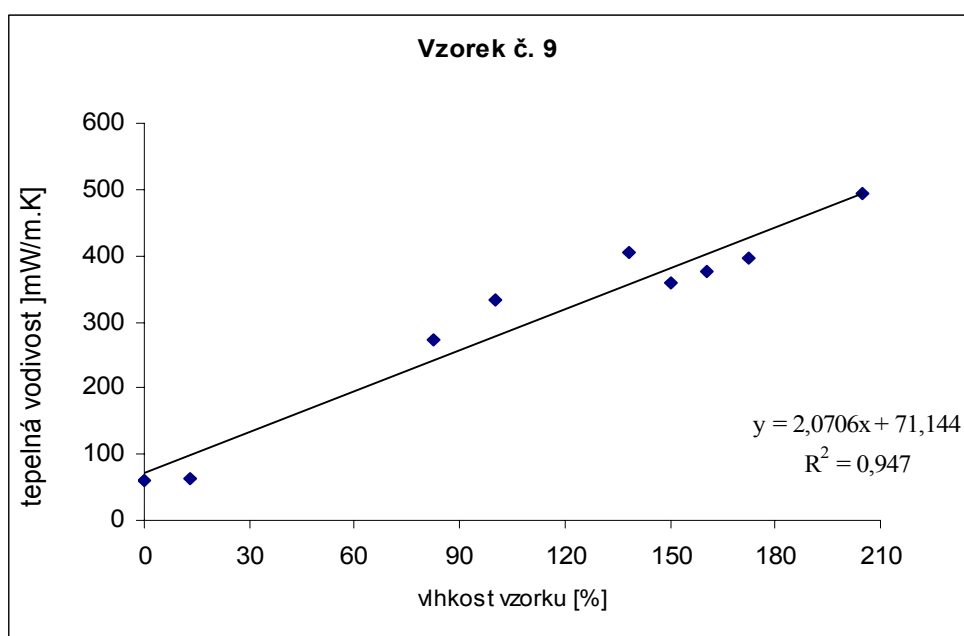


Graf č. 8 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 9

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	59,9
2	13,3	64,0
3	82,4	272,0
4	100,0	332,0
5	138,3	404,0
6	150,2	360,0
7	160,6	375,0
8	172,7	397,0
9	204,7	493,0

Tab č. 9 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

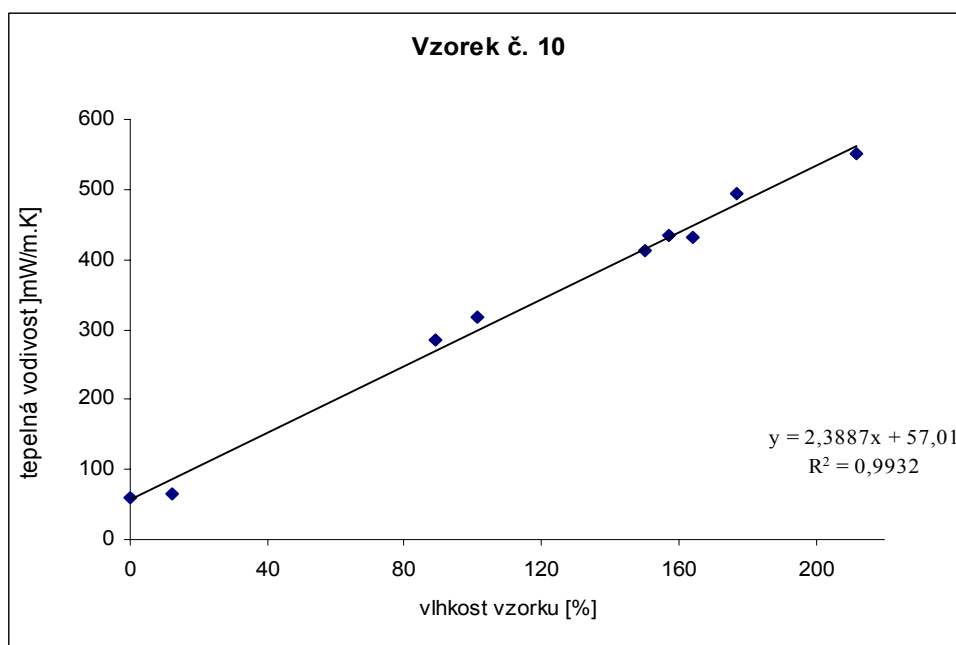


Graf č. 9 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 10

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	59,3
2	12,5	65,9
3	89,0	286,0
4	101,0	317,0
5	150,3	413,0
6	157,4	434,0
7	164,2	433,0
8	176,7	493,0
9	211,9	551,0

Tab č. 10 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

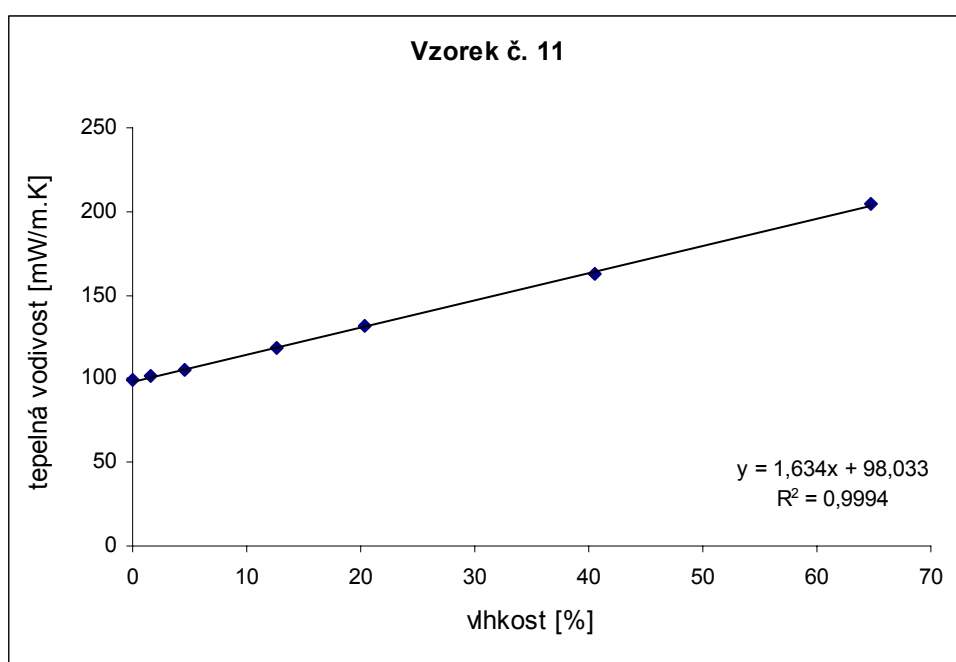


Graf č. 10 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 11

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	98,7
2	1,6	101,8
3	4,6	105
4	12,7	118
5	20,3	131
6	40,6	163
7	64,8	205

Tab č. 11 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

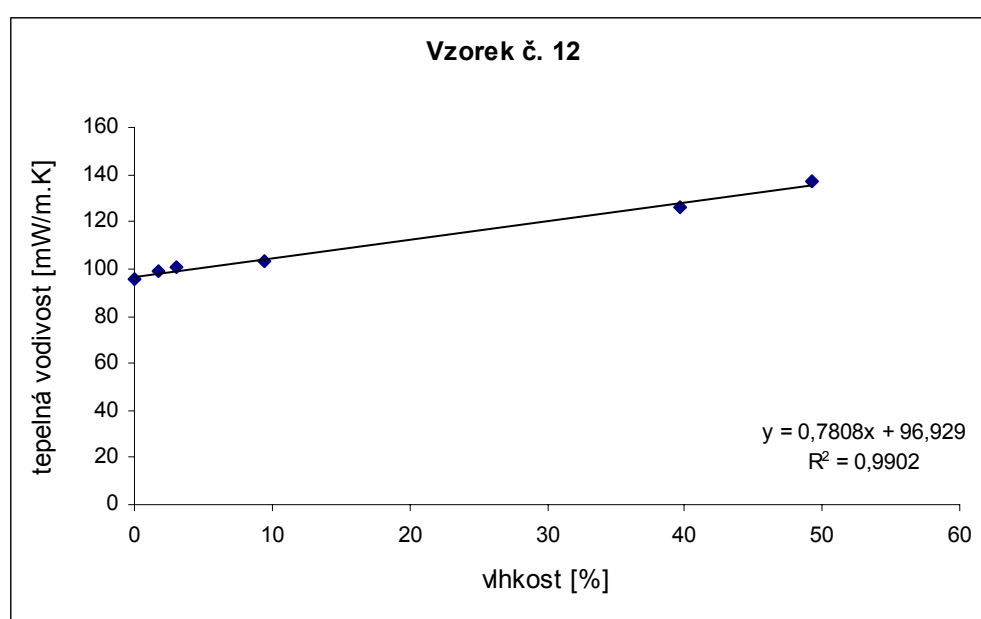


Graf č. 11 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 12

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	0,0	95,6
2	1,7	99,4
3	3,0	101
4	9,4	103
5	39,7	126
6	49,2	137

Tab č. 12 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

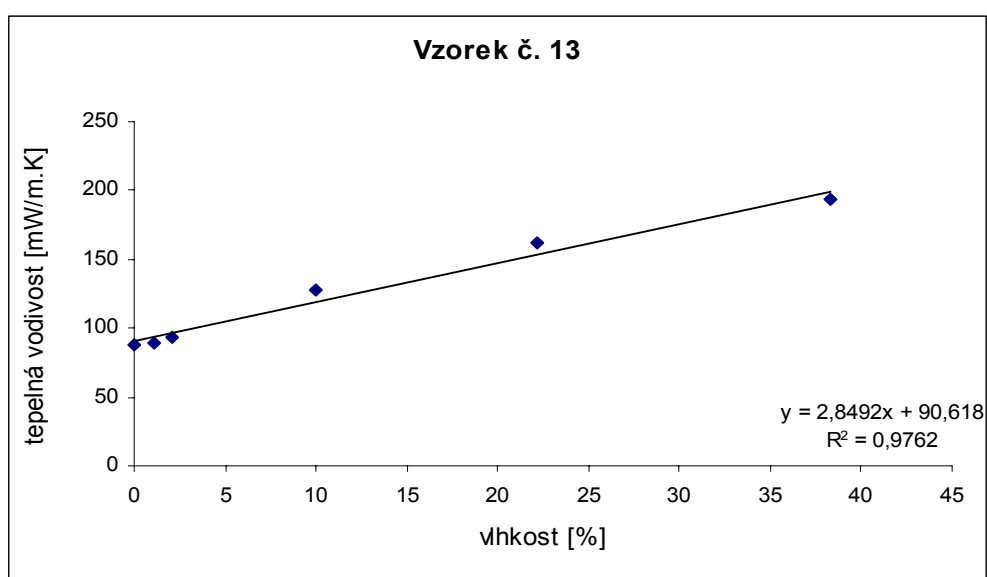


Graf č. 12 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 13

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	38,3	193
2	0,0	88
3	1,1	88,7
4	2,1	94
5	10,0	128
6	22,2	162

Tab. č. 13 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

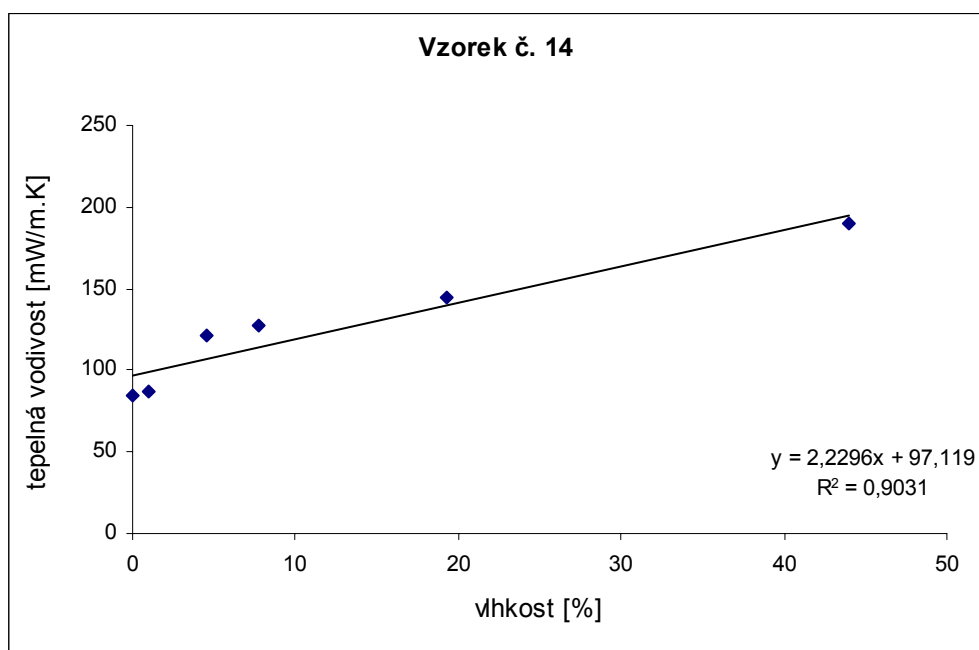


Graf č. 13 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 14

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	44	190
2	0,0	84
3	1,0	86,5
4	4,6	121
5	7,7	128
6	19,3	144

Tab č. 14 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti

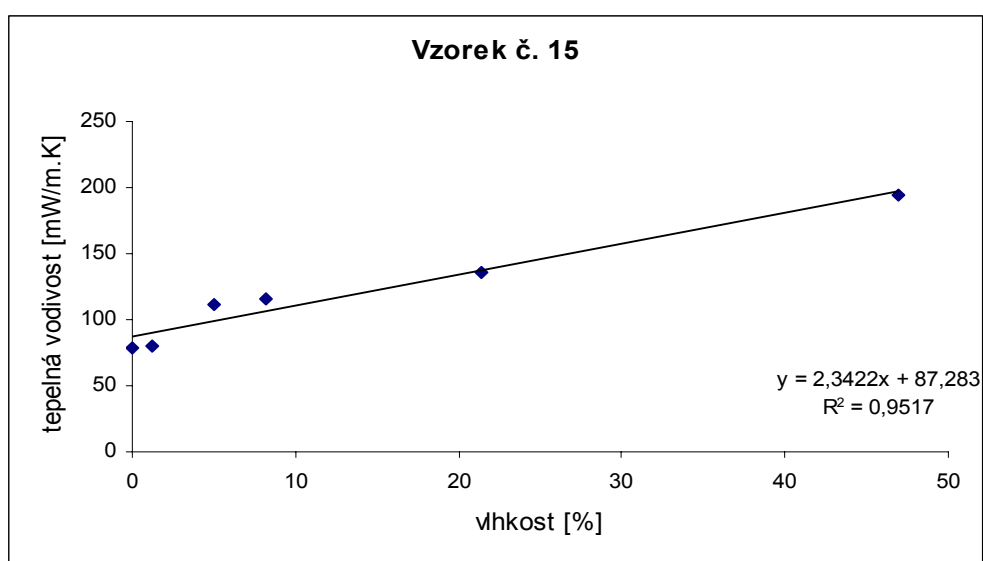


Graf č. 14 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Vzorek č. 15

Stupeň vlhkosti	Vlhkost vzorku [%]	Tepelná vodivost [mW/m.K]
1	46,9	195
2	0,0	79
3	1,2	79,4
4	5,0	112
5	8,2	116
6	21,4	136

Tab č. 15 Hodnoty tepelné vodivosti při různých úrovních vlhkosti



Graf č. 15 Závislost tepelné vodivosti na vlhkosti

Příloha č. 4

Vzorek č. 1

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	0,59	8,1546	139,1
m6	0,57	7,6347	123,9
m5	0,57	7,4103	117,3
m4	0,55	7,1782	110,5
m3	0,54	6,8422	100,6
m2	0,54	5,2147	52,9
m1	0,57	4,0326	18,3
m0	0,62	3,8213	12,1
ms	0,48	3,4102	0

Vzorek č. 2

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,01	12,5652	178,4
m6	0,93	11,8256	162,0
m5	0,85	11,4235	153,1
m4	0,86	11,2348	148,9
m3	0,85	10,9587	142,8
m2	0,82	7,5248	66,7
m1	0,81	5,8693	30,0
m0	0,77	4,9875	10,5
ms	0,82	4,5136	0,0

Vzorek č. 3

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,01	14,3285	197,1
m6	0,96	13,0524	170,7
m5	0,94	12,6782	162,9
m4	0,94	12,2379	153,8
m3	0,94	11,7855	144,4
m2	0,9	10,8962	126,0
m1	0,92	9,5247	97,5
m0	0,86	5,3235	10,4
ms	0,83	4,8221	0,0

Tab. č. 16 Úbytky hmotnosti vzorků vysoušením + hmotnostní přivažky vody

Vzorek č.4

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,12	14,9825	212,1
m6	1,04	13,2549	176,1
m5	1,04	12,5433	161,3
m4	1,01	12,1468	153,1
m3	0,98	11,4773	139,1
m2	1,16	8,6494	80,2
m1	1,14	6,7265	40,1
m0	0,89	5,3248	10,9
ms	0,92	4,8001	0,0

Vzorek č. 5

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,24	18,0239	214,2
m6	1,2	15,4567	169,4
m5	1,21	14,8265	158,5
m4	1,18	14,4256	151,5
m3	1,1	14,0368	144,7
m2	1,31	11,3223	97,4
m1	1,24	9,3148	62,4
m0	1,01	6,5375	14,0
ms	0,98	5,7365	0,0

Vzorek č. 6

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,4	18,426	207,0
m6	1,27	16,1298	168,7
m5	1,27	15,0361	150,5
m4	1,25	14,7235	145,3
m3	1,21	14,0361	133,8
m2	1,29	11,2347	87,2
m1	1,34	9,8163	63,5
m0	1,12	6,9274	15,4
ms	1,14	6,0025	0,0

Tab č. 17 Úbytky motnosti vzorků vysoušením + hmotnostní přivažky vody

Vzorek č. 7

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,37	19,0275	166,5
m6	1,29	17,4329	144,2
m5	1,18	16,8746	136,4
m4	1,27	15,8722	122,3
m3	1,29	15,5032	117,2
m2	1,4	12,5498	75,8
m1	1,35	10,7604	50,7
m0	1,19	8,1254	13,8
ms	1,12	7,1387	0,0

Vzorek č. 8

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,8	24,3269	203,1
m6	1,72	21,8722	172,6
m5	1,63	20,9101	160,6
m4	1,6	20,3675	153,8
m3	1,59	18,8349	134,7
m2	1,68	16,5236	105,9
m1	1,69	15,2369	89,9
m0	1,19	9,1567	14,1
ms	1,12	8,0248	0,0

Vzorek č. 9

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,95	25,9721	204,7
m6	1,92	23,2487	172,7
m5	1,84	22,2176	160,6
m4	1,7	21,3325	150,2
m3	1,67	20,3182	138,3
m2	1,83	17,0489	100,0
m1	1,83	15,5462	82,4
m0	1,19	9,6578	13,3
ms	1,12	8,5248	0,0

Tab č. 18 Úbytky motnosti vzorků vysoušením + hmotnostní přivažky vody

Vzorek č. 10

	Tloušťka [mm]	m (g)	U (%)
m7	1,98	27,5244	211,9
m6	1,95	24,4155	176,7
m5	1,87	23,3168	164,2
m4	1,77	22,7148	157,4
m3	1,75	22,0900	150,3
m2	1,86	17,7372	101,0
m1	1,84	16,6798	89,0
m0	1,19	9,9246	12,5
ms	1,12	8,8247	0,0

Vzorek č. 11

	Tloušťka [mm]	m (g)	U [%]
m5	0,63	6,6210	64,8
m4	0,65	5,6472	40,6
m3	0,66	4,8347	20,3
m2	0,65	4,5269	12,7
m1	0,61	4,2008	4,6
m0	0,67	4,0828	1,6
ms	0,65	4,0175	0,0

Vzorek č. 12

	Tloušťka [mm]	m (g)	uf (%)
m4	0,81	6,8641	49,2
m3	0,79	6,4287	39,7
m2	0,81	5,0318	9,4
m1	0,79	4,7368	3,0
m0	0,79	4,6772	1,7
ms	0,8	4,6008	0,0

Vzorek č. 13

	Tloušťka [mm]	m (g)	uf (%)
m4	1,10	12,5468	38,3
m3	1,10	11,0853	22,2
m2	1,09	9,9782	10,0
m1	1,06	9,2613	2,1
m0	1,05	9,1692	1,1
ms	1,10	9,0689	0,0

Tab č. 19 18 Úbytky motnosti vzorků vysoušením + hmotnostní přivažky vody

Vzorek č. 14

	Tloušťka [mm]	m (g)	uf (%)
m1	1,16	10,3256	19,3
m2	1,17	9,3214	7,7
m3	1,16	9,0485	4,6
m4	1,14	8,9645	3,6
m0	1,13	8,7389	1,0
ms	1,13	8,6534	0,0

Vzorek č. 15

	Tloušťka [mm]	m (g)	uf (%)
m1	1,16	10,6329	21,4
m2	1,17	9,4726	8,2
m3	1,16	9,1923	5,0
m4	1,17	8,9275	2,0
m0	1,18	8,8578	1,2
ms	1,13	8,7554	0,0

Tab. č. 19 18 Úbytky motnosti vzorků vysoušením + hmotnostní přivažky vody

Příloha č. 5

Vzorek	PU/PL [%]
11	60/40
12	60/40
13	70/30
14	70/30
15	70/30